

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“ANÁLISIS Y DISEÑO DE INSTALACIONES DE GAS
NATURAL DEL PROYECTO MULTIFAMILIAR PANDO,
EMPLEANDO LA NORMA EM 040 DEL R.N.E. EN EL
DISTRITO DE CERCADO DE LIMA - 2021”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título
profesional de:

Ingeniera Civil

Autoras:

Margareth Elisa Roman Espinoza

Alicia Milin Roman Espinoza

Asesor:

Ing. Mg. Juan Miguel De La Torre Ostos
Código ORCID-<https://orcid.org/0000-0001-8226-5376>

Lima - Perú

DEDICATORIA

Dedicado con cariño, primeramente, a Dios por hacer posible
el sueño la culminación de mis estudios universitarios.

A mi familia, quienes son el motor y motivo para
lograr mis objetivos.

AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios por brindarme todas las herramientas necesarias para cumplir con esta meta y por enseñarnos que todo sueño anhelado de corazón se hace realidad.

A mis padres; Luzmila y Elías, y familia a quienes nos brindaron su apoyo y comprensión en todo el transcurrir de esta hermosa carrera.

Al ing. Raúl Icochea Bao, por sus enseñanzas y consejos para persistir en nuestro crecimiento profesional.

A la Universidad Privada del Norte y a todos los maestros, por compartir todos sus conocimientos, que ahora aportan enormemente en nuestro desenvolvimiento en la carrera

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE ECUACIONES	8
RESUMEN EJECUTIVO	9
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	10
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	15
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA	44
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	64
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	78
RECOMENDACIONES	80
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	81
ANEXOS	83

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1 Datos generales de la empresa.....</i>	<i>11</i>
<i>Tabla 2 Portafolio de clientes y proyectos</i>	<i>13</i>
<i>Tabla 3 Portafolio de clientes y proyectos</i>	<i>14</i>
<i>Tabla 4 Portafolio de clientes y proyectos</i>	<i>15</i>
<i>Tabla 5 Composición volumétrica del gas</i>	<i>25</i>
<i>Tabla 6 Presión en líneas internas de suministro.....</i>	<i>27</i>
<i>Tabla 7 Diámetro de tubería PEALPE.....</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 8 Diámetro de tubería Cobre</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 9 Distancias mínimas entre tuberías de gas y otros servicios.....</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 10: Tipo de gabinete según número de usuarios.....</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 11: Capacidades y dimensiones características de los medidores de paredes deformables.....</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 12: Reguladores domiciliarios</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 13 Potencia de consumos de los equipos a gas o gasodomésticos.....</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 14: Cálculo para determinar método de ventilación de los recintos o ambientes interiores.</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 15 Cálculo de áreas de aberturas permanentes (ventilación).....</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 16 Cálculo del caudal de los gasodomestico.....</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 17: Factores de simultaneidad.....</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 18 Cálculo del ducto de evacuación para termas en Dptos. 201 al 2020.....</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 19 Cálculo del ducto de evacuación para termas en Dptos. 202 AL 902 y Dptos. 203 al 1003.....</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 20 Cálculo del ducto de evacuación para termas en Dptos. 204 AL 904.....</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 21 Factor de fricción para la fórmula de Pole.....</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 22 Cálculos para Instalaciones Gas Natural Montante en Media Presión (340mbar).....</i>	<i>59</i>
<i>Tabla 23: (Continuación tabla 23).....</i>	<i>60</i>
<i>Tabla 24 Cálculos para Instalación Gas Natural Banco de 19 dpto. en Baja Presión (23mbar)</i>	<i>61</i>
<i>Tabla 25 Cálculos para Instalación Gas Natural Banco de 4 dpto. en Baja Presión (23mbar)</i>	<i>62</i>
<i>Tabla 26 Cálculos para Instalación Gas Natural Banco de 19 dpto. en Baja Presión (23mbar)</i>	<i>62</i>
<i>Tabla 27 Cálculos para Instalación Gas Natural Banco de 8 dpto. en Baja Presión (23mbar)</i>	<i>63</i>
<i>Tabla 28: Criterios de diseño para establecer el Sistema de Regulación</i>	<i>66</i>

<i>Tabla 29: Características de regulador asignado en 1era Etapa</i>	<i>68</i>
<i>Tabla 30: Características de regulador asignado en 2da Etapa.....</i>	<i>68</i>
<i>Tabla 31: Descripción de los tipos de artefactos:</i>	<i>69</i>
<i>Tabla 32: Diámetro del conector de evacuación directa al exterior para artefactos Tipo B.....</i>	<i>70</i>
<i>Tabla 33: Distancias mínimas para instalar extremos terminales</i>	<i>71</i>
<i>Tabla 34: Presiones para el ensayo de hermeticidad y de resistencia a la presión</i>	<i>73</i>
<i>Tabla 35: Presiones para el ensayo de hermeticidad y de resistencia a la presión</i>	<i>74</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: Organigrama de la Empresa</i>	<i>12</i>
<i>Figura 2: Consumo promedio interno del gas natural trimestre 2021-2</i>	<i>17</i>
<i>Figura 3: Sistema de instalaciones internas para una vivienda unifamiliar.</i>	<i>28</i>
<i>Figura 4: Sistema de instalaciones internas en única etapa para vivienda unifamiliar.</i>	<i>28</i>
<i>Figura 5: Sistema de instalaciones internas en varias etapas para una vivienda unifamiliar</i>	<i>29</i>
<i>Figura 6: Sistema de instalaciones internas en varias etapas para edificio de viviendas.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 7: Sistema de instalaciones internas en varias etapas, para edificio de viviendas.....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 8: Tubería PEALPE.....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 9: Encuentro de Tuberías de gas con otros servicios</i>	<i>35</i>
<i>Figura 10: Tubería empotrada por falso piso</i>	<i>36</i>
<i>Figura 11: Distancias mínimas de tuberías de gas con otros servicios.</i>	<i>36</i>
<i>Figura 12: Válvulas de gas tipo manija y mariposa.....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 13: Gabinetes para sistema de regulación y medición.</i>	<i>39</i>
<i>Figura 14: Sistema de regulación y medición para Instalaciones de Gas</i>	<i>42</i>
<i>Figura 15: Esquema de ubicación del Proyecto Multifamiliar Pando.</i>	<i>45</i>
<i>Figura 16: Ubicación del Gabinete Principal en Primera Etapa</i>	<i>46</i>
<i>Figura 17: Esquema de ubicación de rejillas de ventilación</i>	<i>49</i>
<i>Figura 18: Esquema de conducto de evacuación</i>	<i>55</i>
<i>Figura 19: Diseño Isométrico del sistema de instalación de gas en Proyecto Multifamiliar Pando</i>	<i>56</i>
<i>Figura 20: Distanciamiento de extremos terminales y aberturas en una edificación.</i>	<i>71</i>
<i>Figura 21: Criterios de diseño para definición del Sistema de Regulación.....</i>	<i>72</i>
<i>Figura 22: Distancia mínima entre tuberías de gas y acometida eléctrica.....</i>	<i>73</i>
<i>Figura 23: Resumen de Métodos de Ventilación.....</i>	<i>75</i>
<i>Figura 24: Tipos de artefactos a gas y su relación con los Métodos de Evacuación.....</i>	<i>76</i>
<i>Figura 25: Valoración de conector de evacuación a nivel del mar</i>	<i>77</i>

ÍNDICE DE ECUACIONES

<i>Ecuación 1: Cálculo del caudal de los gasodomésticos</i>	50
<i>Ecuación 2: Cálculo del regulador de 1ra etapa</i>	50
<i>Ecuación 3: Cálculo del regulador de 2da etapa</i>	51
<i>Ecuación 4: Cálculo para hallar el factor para altitudes diferentes a la del nivel del mar</i>	53
<i>Ecuación 5: Formula de Renouard (montante)</i>	56
<i>Ecuación 6: Formula de Pole</i>	57
<i>Ecuación 7: Formula para hallar la velocidad</i>	58

RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe de suficiencia profesional, lleva como título: “ANÁLISIS Y DISEÑO DE INSTALACIONES DE GAS NATURAL DEL PROYECTO MULTIFAMILIAR PANDO, EMPLEANDO LA NORMA EM 040, DEL R.N.E. EN EL DISTRITO DE CERCADO DE LIMA - 2021” para el trazado de las redes de gas natural, se analizan en planos en AutoCAD, las instalaciones de otras especialidades y la ventilación en la arquitectura, a fin de cumplir con requisitos de la norma vigente. A consecuencia, de este análisis, se ubica el gabinete principal con el regulador de primera etapa (4-5bar a 340mbar) en el ingreso vehicular, calculando con la ayuda del Excel, la subida de una tubería de cobre 1” Ø tipo K a MP(340mBar) al primer piso, para ser colgada en techo, y distribuida al punto de montante, que lleva el gas a los bancos de medidores por cada piso. La distribución del gas por departamento es con tubería de 3/4"Ø PEALPE (2025) y 1/2" Ø PEALPE (1620) a BP(23mBar). Finalmente, se concluye, que la distribución de las instalaciones a gas, están en función de presión y caudales, conforme a potencias de consumo y condiciones de uso de aparatos a gas.

Palabra Clave: gas natural

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

La necesidad del uso de un combustible permanente y con menos impacto al medio ambiente, así como, de bajo costo económico, capaz de satisfacer las necesidades caloríficas-energéticas, en las diversas edificaciones en el Perú, ha implementado el uso del gas natural como una de las principales opciones de uso energético.

En la actualidad, en el Perú y en la ciudad de Lima, se ha masificado el requerimiento de la instalación del sistema de gas natural en edificaciones multifamiliares para el encendido de cocinas y calentadores de agua caliente. Así pues, es el caso del edificio multifamiliar Pando, ubicado en el distrito del Cercado de Lima, en el cual, se desarrolló el diseño y cálculo del sistema de gas natural, conforme a lo determinado en la Norma Técnica de Edificación EM 040 Instalaciones de gas.

Asimismo, es de distinguir que con Resolución Ministerial N° 190 – 2018 - Vivienda, Artículo. 11, se señala también, al ingeniero civil como profesional responsable de los Proyectos de Instalaciones de Gas Natural o Gas Licuado de Petróleo. Por lo que, como bachilleres de la carrera de Ingeniería Civil, podemos desarrollar proyectos de esta envergadura.

Descripción de la empresa

Desde 1989, y con razón social; Raúl Icochea Bao, con espíritu emprendedor inicia sus actividades de consultoría de proyectos y obras, enfocándose hasta la actualidad en el diseño y supervisión de proyectos de instalaciones, eléctricas, electromecánicas y gas. Contando con un calificado equipo de profesionales dispuestos a cumplir las más altas expectativas del mercado, viene desarrollando sus actividades con responsabilidad y optimismo, implementando innovadoras estrategias de diseño y metodologías de supervisión, conforme a los altos estándares de calidad que exige el rubro de la construcción, diseño y supervisión de obras.

Asimismo, lleva más de 30 años contribuyendo en la empleabilidad de nuestro país, generando puestos de trabajo en las áreas técnicas y mano de obra, fomentando en sus colaboradores valores y principios que aporten a su crecimiento intelectual y profesional.

Misión

Nuestra misión como empresa es la de; brindar a nuestros clientes soluciones confiables de los productos y servicios que desarrollamos, garantizando que tu proyecto está en manos de profesionales de alta experiencia laboral. Con más de 10 años en el rubro de consultoría y supervisión de diseño de proyectos eléctricos, electromecánicos y gas siendo una alternativa de calidad y puntualidad de entrega para el desarrollo de tus proyectos.

Visión

Ser una empresa consultora de vanguardia de altos estándares de calidad, líder en el rubro, para cumplir con los requerimientos más exigentes del mercado de la construcción.

Tabla 1

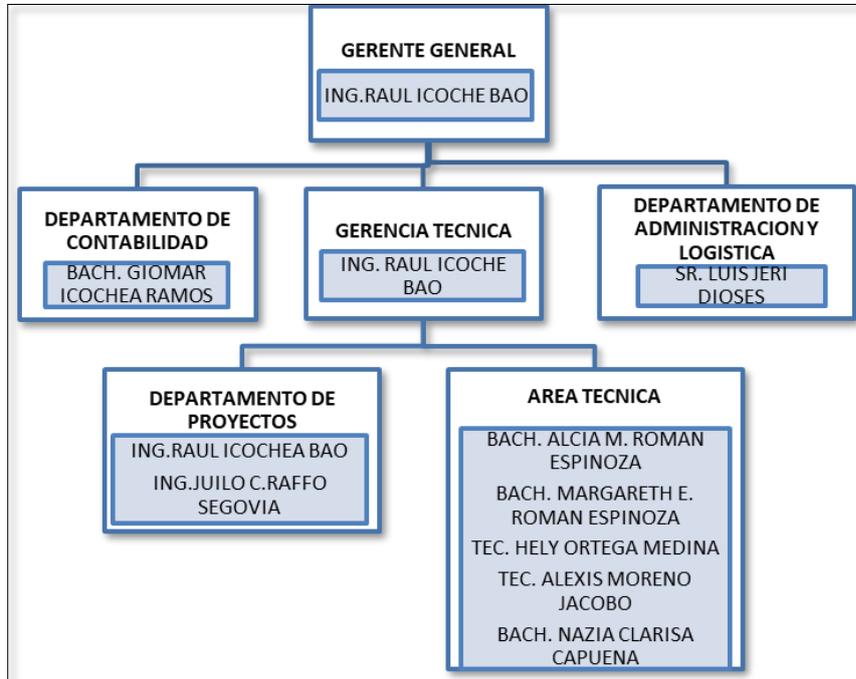
Datos generales de la empresa

Descripción	Información
Razón Social	: RAUL ENRIQUE ICOCHEA BAO
Correo Electrónico	: raulicochea@gmail.com
Registro De Contribuyente	:10079037554
Domicilio Legal	: Jr. Arnaldo Panizo 347 - Pueblo Libre
Objeto de La Empresa	: Consultor de Proyectos y Obras
D.N.I.	:07903755
Celular	: 996561753
Teléfonos-fax	:461-0072- 4256720

Nota: Tomado de Raúl Icochea Bao

Figura 1:

Organigrama de la Empresa



Nota: Tomado de Raúl Icochea Bao

Experiencia

Se cuenta con un amplio portafolio de clientes provenientes de los sectores, privados públicos, industriales y comerciales, que revelan el compromiso, responsabilidad y experiencia laboral en los trabajos encomendados:

Tabla 2

Portafolio de clientes y proyectos

Cliente	Proyecto
Cía. Delfino y Carrillo SRL	Diseño de Instalaciones de Gas Natural para el conjunto habitacional multifamiliar de 16 pisos “Islas Antillas” en el distrito de Pueblo Libre.
Cía. Inversiones Boston S.R.L	Diseño de Instalaciones de Gas Natural para el conjunto habitacional multifamiliar de 16 pisos “Escardo” en el distrito de San Miguel.
Cía. Constructora Inmobiliaria PROTYPE S.A.C	Diseño de Instalaciones de Gas Natural para el conjunto habitacional multifamiliar de 16 pisos “Agustino” en el distrito de Agustino.
Cía. Inversiones Boston	Diseño de Instalaciones de Gas Natural para el conjunto habitacional multifamiliar de 16 pisos “Buganvillas” en el distrito de Surco.
Cía. Inmobiliaria Yaku S.A.C.	Diseño de Instalaciones de Gas Natural para el conjunto habitacional multifamiliar de 16 pisos “Parque Sur” en el distrito de Surco.
Cía. Green Concept Constructora Inmobiliaria	Diseño de Instalaciones de Gas Natural para el conjunto habitacional multifamiliar de 16 pisos “Buen Vivir” en el distrito de Pueblo Libre.

Nota: Tomado de Raúl Icochea Bao

Tabla 3

Portafolio de clientes y proyectos

Cliente	Proyecto
Cía. Constructora Inmobiliaria ANROB S.A.C	Diseño de Instalaciones de Gas Natural para el conjunto habitacional multifamiliar de 16 pisos “Copacabana” en el distrito de Pueblo Libre.
Cía. TM Gestión Inmobiliaria S.A.C	Diseño de Instalaciones de Gas Natural para el conjunto habitacional multifamiliar de 10 pisos “Cristóbal de Peralta” en el distrito de Surco.
Cía. Inversiones en Inmuebles Lima	Diseño de Instalaciones de Gas Natural para el conjunto habitacional multifamiliar de 12 pisos “Cristóbal de Peralta” en el distrito de San Juan de Surco.
Cía. Green Concept Constructora Inmobiliaria	Diseño de Instalaciones de Gas Natural para el conjunto habitacional multifamiliar “Coronel Inclán” en el distrito de Miraflores.
Cía. Constructora Inmobiliaria Tu Hogar S.A.C	Diseño de Instalaciones de Gas Natural para el conjunto habitacional multifamiliar “Arica” en el distrito de Breña.
Cía. TM Gestión Inmobiliaria S.A.C	Diseño de Instalaciones de Gas Natural para el conjunto habitacional multifamiliar “Boulevard” en el distrito de San Borja. Diseño de Instalaciones de Gas Natural para el conjunto habitacional multifamiliar de 29 pisos “Cristóbal de Peralta” en el distrito de Surco.

Nota: Tomado de Raúl Icochea Bao

Tabla 4

Portafolio de clientes y proyectos

Cliente	Proyecto
Cía. Constructora e Inmobiliaria Rato S.A.C	Diseño de Instalaciones de Gas Natural para el edificio multifamiliar “Amazona” en el distrito de Pueblo Libre.
Cía. Constructora Inmobiliaria Grupo Astrid S.A.C	Diseño de Instalaciones de Gas Natural para el conjunto habitacional multifamiliar de 16 pisos “Amancaes” en el distrito de San Juan de Lurigancho.
Oled Inversiones	Diseño de Instalaciones de Gas Natural para el conjunto habitacional multifamiliar “Oled Inversiones” en el distrito de Surquillo.
Para C & V Inversiones Inmobiliarias	Diseño de Instalaciones de Gas Natural para el conjunto habitacional multifamiliar de 8 pisos “Amancaes” en el distrito de San Juan de Lurigancho.
Para C & V Inversiones Inmobiliarias	Diseño de Instalaciones de Gas Natural para el conjunto habitacional multifamiliar “Pimentel” en distrito de Pimentel – Lambayeque.
	Diseño de Instalaciones de Gas Natural para el conjunto habitacional multifamiliar “Los Cipreses” en el distrito de San Juan de Lurigancho.
	Diseño de Instalaciones de Gas Natural para el conjunto habitacional multifamiliar “Porto Fino” en el distrito de Miraflores.
	Diseño de Instalaciones de Gas Natural para el conjunto habitacional multifamiliar “Morro Solar” en el distrito de Santiago de Surco.

Nota: Tomado de Raúl Icochea Bao

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

Antecedentes.

El desarrollo de esta tesis, se enfoca en el uso del gas natural como recurso energético doméstico, sustituto de combustibles tradicionales y de la energía eléctrica, capaz de ser utilizado para el encendido de artefactos de cocción y calentamiento de agua, entre otras aplicaciones. Por lo que, es importante conocer la historia de su implementación en el consumo doméstico; con la finalidad, de comprender la incorporación del desarrollo del diseño de sistemas a gas en el mundo de la construcción inmobiliaria.

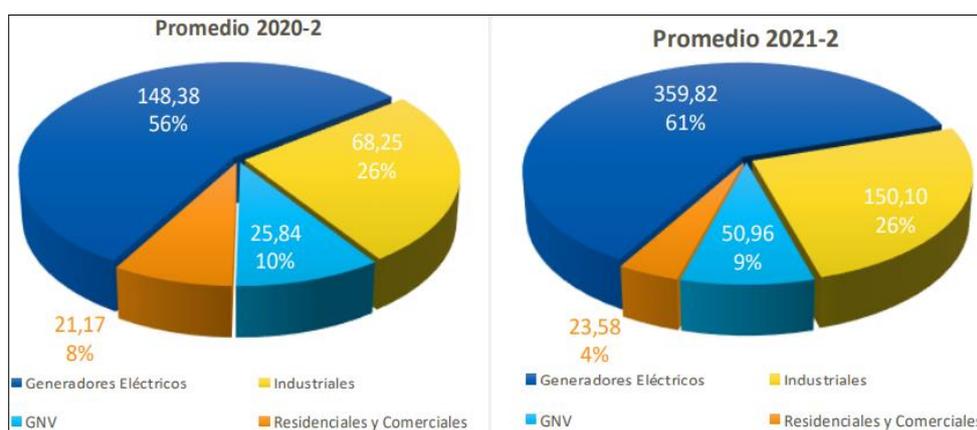
Antecedentes internacionales

En la publicación de **Arroyo, H.M. (2003)**. Sobre; Gas en todos los pisos: El largo proceso hacia la generalización del consumo doméstico del gas. Con redacción en; Revista electrónica de geografía y ciencias sociales, VII (146), 135. Recuperado de [http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-146\(135\)](http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-146(135)). Describe, el uso del gas como combustible doméstico en Europa, el cual, debido a la falta de mecanismos de seguridad y alto costo para su uso, generaba en la población desconfianza para incorporarlo como combustible en sus viviendas; siendo aceptada recién a mediados del siglo XIX; cuando, se superaron dichos obstáculos de seguridad, disminuyó su costo, e iniciaron estudios para incorporar sistemas de seguridad y potenciar su utilización doméstica. Asimismo, relata que inicialmente el gas fue utilizado como fuente de energía en el alumbrado público y para el uso en la industria, considerándose un gran adelanto en su época respecto a modos de iluminación urbana, las cuales se iluminaban generalmente con farolas de aceite, también se registraban numerosos riesgos de peligro de explosión, incendio, asfixia, y vicio del aire. Igualmente, describe las ventajas que se tenía en su época el empleo del gas en las viviendas, siendo estas; la limpieza y el confort en las cocinas, además del ahorro del tiempo en la preparación de los alimentos.

Al contrastar, estas afirmaciones, con la realidad actual, se puede afirmar, el constante crecimiento del empleo del gas a través de los años, tanto, a nivel residencial, comercial y en otros sectores. Incorporándose también, como combustible no solo para; la cocción de los alimentos en cocinas y calentar el agua en termas, sino también, en; aire acondicionado y calefactores, entre otros artefactos. El consumo de gas natural en el Perú está en constante crecimiento como se puede apreciar en el siguiente gráfico, al paso de los años se ha ido incrementando su uso a nivel residencial, comercial y en otros sectores.

Figura 2:

Consumo promedio interno del gas natural trimestre 2021-2



Nota: Consumo promedio del trimestre 2021-2 del mercado interno del gas natural. Tomado de *Osinergmin 2021*

Torres (2017) en su tesis “Instalación de Gas Natural para una Vivienda Multifamiliar”, para la Universidad Mayor de San Andrés de Bolivia, nos comenta que el departamento de La Paz, es el departamento con más instalaciones domiciliarias de Bolivia; siendo el ahorro económico en el sector residencial de esta localidad con el uso del gas natural de un 56% con relación al GLP y un 76% en el sector industrial. El desarrollo de la instalación del sistema de gas en una vivienda multifamiliar se realiza bajo los lineamientos normativos de la Y.P.F.B. (Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos) – A.N.H. (Agencia Nacional De Hidrocarburos) determinando el cálculo de tuberías, potencias nominales o agregadas en los artefactos a gas

para el dimensionamiento de los medidores y reguladores. También recomienda que la instalación y la manipulación del sistema de gas natural debe efectuarse por personal calificado, verificando cada 4 años el mantenimiento de la instalación artefactos y accesorios, asimismo, debe verificarse la no obstrucción de las rejillas de ventilación, a fin, de una correcta evacuación de los productos de combustión.

Esta tesis resalta que es imprescindible en el desarrollo del diseño e instalación del sistema de gas natural, el uso de una normativa que nos sirva como guía en todo el sustento técnico que implica el uso de este combustible energético en el sector residencial. Asimismo, comparando con lo que dice López (2018) en su tesis *Análisis de Factibilidad para el Diseño y Construcción de Instalaciones de Gas Natural en Viviendas Unifamiliares empleando el R.N. E. EM-040, en el distrito de Trujillo – 2018*, sobre el ahorro económico con el empleo del gas natural en el sector residencial que en el Perú- Trujillo es de un 52% de soles mensuales a comparación del uso de un balón de gas de GLP, lo mismo, ocurre en Bolivia-la paz con un ahorro económico del 56% con relación al GLP, demostrando así el gran beneficio al emplear el gas natural .

Cabrera y Martínez (2017) en su tesis “Diseño de la Ampliación de la red de distribución de gas natural en el centro poblado San Antonio de Anaipoma”, para la Fundación Universidad de América de Colombia; determinó la demanda del gas natural, mediante un estudio de mercado y luego se procedió a realizar el diseño de la red de gas natural para el centro poblado san Antonio de Anaipoma, empleando el programa de AutoCAD y usando el software Aspen Hysys, Basándose en la norma técnica colombiana NTC 3728 gasoductos líneas de transporte y distribución de gas, especificando los parámetros para el diseño, como tipo de tubería, diámetros de tubería, materiales, profundidades, presiones, temperaturas entre otros.

Pontón (2016) en su tesis “Incidencia de la Implementación del servicio de gas natural domiciliario en bajo alto”. Para la Universidad de Guayaquil de Ecuador, Esta investigación realizo en Bajo Alto, Parroquia tendales, Cantón El Guabo, Provincia de el Oro. Se implementó un sistema de gas domiciliario, para mejorar la calidad de vida de su población, siendo la implementación por primera vez de este servicio. Asimismo, se hizo estudio mediante entrevistas en la zona a su población, la de red domiciliaria de gas natural se ejecuto con materiales de alta resistencia y de alta densidad y con cama de arena como protección contra los agentes del suelo. Las tuberías de acero galvanizado llevaban una protección catódica debido a la salinidad del lugar y tendrá que ser removidos cada cierto periodo de tiempo. También se recomienda mantenimiento para evitar fugas futuras y que solo debe efectuarse por personal calificado.

Veliz Lila, (2016) en la tesis, “Impacto Económico del gas domiciliario en los hogares de la ciudad del Alto, caso zona 16 de julio”, debido a que Bolivia es un estado principalmente gasífero, ya que cuenta con grandes reservas de hidrocarburo, lo que se busca es la consolidación del gas natural, puesto que, es un combustible de menor costo. Es por eso que busca la sustitución del GLP por el gas natural, para el sector de viviendas e industrias. A partir de los años 2004 y el 2013 empieza la evolución de las instalaciones de gas domiciliarias en toda Bolivia, para el análisis de este estudio se toma como referencia a partir del año 2014 y el impacto económico como social, en ese año de la zona 16 de julio. Los datos iniciales son proporcionados por los yacimientos petrolíferos fiscales bolivianos (Y.P.F.B.), el estado boliviano busca nuevas fuentes de energía a menor costo y menos dañino al medio ambiente porque su combustión es más limpia en comparación con otros combustibles.

Esta tesis determina el impacto socioeconómico que tienen las instalaciones de gas natural en la Zona 16 de Julio de la Ciudad de El Alto porque muestra un ahorro del 73% por

reducción de costos en el consumo del energético, asimismo presenta oportunidades para el estado, ya que permite generar ingresos por emplear este combustible.

Antecedentes Regionales

Valdivia (2018) en su tesis diseña la red de gas natural para instalaciones de un hotel de cinco estrellas ubicado en la ciudad de Arequipa. Para la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa; Muestra, la relevancia que viene tomando el uso del gas natural, como combustible en las diversas regiones de nuestro país, en este caso en la región del sur y en edificaciones no solo de uso residencial sino también comercial; tomando en cuenta para su diseño las normas complementarias E.M.040 y N.T.P. 111.011.

Teniendo claro, que para el desarrollo de nuestro trabajo requerimos contar con conocimientos sobre estas dos normas, para obtener resultados que encajen dentro de los parámetros establecidos en las mismas y así nuestro cálculo y diseño de un sistema de gas natural sea el adecuado; llevando el caudal requerido para el óptimo funcionamiento de cada artefacto comprometido con este tipo de instalación en la edificación.

Gonzales (2016) en su tesis “Análisis de la incidencia en la implementación de la red de distribución del gas natural en las infraestructuras de las viviendas y edificaciones del parque industrial del distrito de Wanchaq aplicando la Norma Técnica Peruana NTP 111.021”, para la Universidad Andina del Cusco por medio de una encuesta en el barrio industrial de wanchaq, el cual consistía en investigar el número de habitantes que integra cada hogar y con cuántas cocinas disponen, como también artefactos que consumen gas, como termas ,calefacción, etc. Por medio de esta encuesta también se pudo averiguar el tiempo de duración del gas doméstico en cada vivienda censada. De esta manera se pudo determinar el consumo por familia y

logrando así calcular una demanda futura. Aplicando la Norma Técnica Peruana N.T.P. 111.021.

Coapaza (2015) menciona en su tesis “Análisis técnico del uso del gas natural como alternativa energética en el sector residencial de la provincia de Arequipa” para la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, se hace un análisis al sector residencial de la provincia de Arequipa, con el fin de determinar el uso del servicio del gas natural, como sustituto del gas licuado de petróleo y las implicancias económicas y técnicas que afrontaría dicha provincia.

Se detalla la secuencia del suministro del gas natural, que se genera a partir de la concesión sur oeste del sistema de distribución de gas natural por red de ductos de la sociedad Concesionaria gas natural Fenosa Perú S.A, de esta manera, se pudo determinar las tarifas que serán aplicadas a los usuarios en los primeros 8 años.

Se realizó un estudio de mercado con el fin de saber el comportamiento del consumidor promedio y la situación actual, determinando el número de viviendas dispuestas a convertirse a gas natural. Este trabajo de investigación propone nuevas alternativas energéticas frente a la actualidad.

López (2018) en su tesis “Análisis de factibilidad para el diseño y construcción de instalaciones de Gas natural en viviendas unifamiliares empleando EL R.N. E. EM-040, en el distrito de Trujillo - 2018”, para la Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo, analiza la factibilidad de las instalaciones de gas natural en Trujillo, a través de un estudio de mercado para las instalaciones internas de redes domiciliarias, determinado el ahorro del uso de este combustible en el sector residencial en un 52% de soles mensuales a comparación del uso de un balón de gas de GLP. Asimismo, revela que el consumo de gas natural en viviendas es del 3% en los distritos de Trujillo y un 63% corresponden a consumos industriales. Así también, resalta que las instalaciones del gas natural deben ejecutarse por una personal certificado por

Osinergmin con el empleo de la norma técnica EM040. Recomendando en viviendas en construcción, el empotramiento de tuberías para evitar daños, una correcta ubicación de los gasodomésticos para la ventilación de los productos de combustión, evitar daños en elementos estructurales como vigas y columnas, siguiendo lo estipulado en la norma.

Esta tesis nos muestra que el empleo del gas natural nos trae beneficios en el ahorro económico familiar, por lo que, es impórtate su masificación en todo el territorio peruano, afín de favorecer a la población, claro está contemplado todas las recomendaciones indicadas por la norma EM040, la cual, por su lenguaje técnico requiere la interpretación de un personal calificado y respaldado por instituciones que vigilan esta normatividad como Osinergmin.

Antecedentes locales

Flores (2017) en su tesis “Diseño de instalaciones de gas natural del edificio multifamiliar Gállese con el uso de las normas complementadas norma técnica E.M. 040 instalaciones de gas y Norma Técnica Peruana (111.011-2014).2016”, para la Universidad Privada Telesup – Lima, para determinar de qué manera la norma técnica E.M.040, instalaciones de gas se complementa con la norma técnica peruana N.T.P. 111.011-2014 para favorecer el diseño de instalaciones de gas natural del edificio multifamiliar Gállese, demostró que; para el desarrollo de un diseño de sistema a gas para edificios multifamiliares, es imprescindible tomar en cuenta la norma N.T.P.111.011 tal como lo estipula la E.M.040, ya que, estas se complementan en los planteamientos teóricos y valores prácticos en las metodologías de cálculo para el diseño. Dando resultados óptimos que cumplen con requisitos de diámetro de tuberías, caudal, flujos de gas y presión establecida por la norma. Se identifican puntos de normalización que deberán ser conocidas a la hora de empezar todo diseño para obtener valores que no sobrepasen a los parámetros establecidos en la norma.

Delgado (2021), en su tesis “Propuesta de programación de un proyecto de Instalación de Gas en viviendas multifamiliares usando la Filosofía Lean Construcción”, en sus recomendaciones, menciona que: es de importancia que las personas estemos informadas sobre las instalaciones de gas, puesto que, en la actualidad todos los proyectos nuevos deben diseñar instalaciones de gas, según DS-029-2013EM-ART.7. Asimismo, sugiere que, en las universidades con la carrera de ingeniería civil, se estudie este tema.

Es también de nuestra opinión, que los profesionales, involucrados en el rubro de la construcción, cuenten con conocimientos sobre las instalaciones de gas, ya que, en el análisis y proyección del tendido de las redes y evacuación de los productos de combustión, se encuentra mucha incompatibilidad con otras especialidades, puesto que, estas no toman en consideración los requisitos que exige la norma EM040, para poder instalar adecuadamente este sistema; encontrándose principalmente complicaciones con el diseño arquitectónico. Por lo que, se cree que esta especialidad sea tomada como curso en las universidades.

Chávez, H (2011) en su tesis “Diseño de una instalación de gas natural en un edificio multifamiliar”, según su informe se plantea para este proyecto el cálculo, selección y montaje de las instalaciones de gas natural, para un edificio multifamiliar de cinco pisos, 8 departamentos, 6 simples y 2 dúplex en el cuarto piso, ubicado en Allamanda manzana C, lote 8, Santiago de surco, para determinar el diseño y cálculo de las tuberías de gas, se debe de considerar la cantidad de aparatos como cocina, calentador, etc. Este cálculo solo se aplicará para vivienda ubicada en lima y callao, empleando la Norma Técnica Peruana NTP 111.011-2008, NTP 022-2008. También se va a considerar los ensayos y pruebas de hermeticidad de la instalación para garantizar que no exista fugas en las instalaciones de gas en el edificio.

Asimismo, sabemos que el gas natural, es menos contaminante al ambiente, más limpio y no es tóxico. En caso de una fuga, el gas se disipa rápido a la atmósfera.

El gas natural no tiene olor ni color, es por eso que se le adiciona por seguridad un odorizante para que sea detectado fácilmente mediante un olor característico.

Objetivo general

Desarrollar un análisis y diseño de instalaciones de gas natural del proyecto multifamiliar Pando, empleando la N.T.P. y el R.N.E., en el distrito de cercado de Lima-2021

Objetivo específico 1

Determinar las consideraciones técnicas especificadas en la Norma EM.040 del Reglamento Nacional de Edificaciones para las Instalaciones del Gas Natural del Proyecto Multifamiliar Pando en el distrito de Cercado de Lima-2021

Objetivo específico 2

Determinar las consideraciones especificadas en la Norma Técnica Peruana N.T.P. 111.011, NTP:111.022 y N.T.P. 111.023 para Instalaciones de Gas Natural del Proyecto Multifamiliar Pando en el distrito de Cercado de Lima-2021

Objetivo específico 3

Proponer una metodología para el análisis y diseño de Instalaciones de Gas Natural para proyectos multifamiliares, cumpliendo con las N.T.P. y el R.N.E. en el Distrito de Cercado de Lima – Lima.

Normatividad para el diseño de instalaciones de gas natural

Para el diseño de las instalaciones de gas natural de nuestro proyecto de tesis, se siguieron los mínimos requisitos establecidos en la Norma Técnica de Edificación EM 040

Instalaciones de gas y las referencias normativas a la cual hace alusión. Entre las cuales tenemos:

- N.T.P. 111.011:2006 Gas Natural Seco. Sistema de tuberías para instalaciones internas, residenciales y comerciales.
- N.T.P. 111.022:2006 Gas Natural Seco. Ventilación y aire para combustión en recintos internos donde se instala artefactos a gas para uso residencial y comercial
- N.T.P. 111.023:2006 Gas Natural Seco. Evacuación de los productos de la combustión generados por los artefactos de gas natural.

Definición del gas natural.

Es el resultado de la mezcla de hidrocarburos gaseosos en la que el Metano (CH₄) es el componente principal en una proporción mayor al 80%, acompañado de otros hidrocarburos y gases cuya concentración es sujeta a la localización del yacimiento que lo contiene. Es incoloro, inodoro, no tóxico y más ligero que el aire. En la actualidad es empleado como combustible energético de uso residencial, industrial (generación eléctrica y fabricas), exportación comercial y de transporte (hoteles, edificios, escuelas, universidades, transporte público). Para el Perú la composición volumétrica del gas presenta los siguientes valores.

Tabla 5

Composición volumétrica del gas

Composición	Porcentajes
Metano (CH ₄)	87,98%
Etano (C ₂ H ₆)	10,63%
Nitrógeno (N ₂)	0,96%
Otros	0,43%

Nota: La tabla muestra los valores volumétricos de la composición del gas natural en el Perú. Tomado de Calidda (2009)

Situación del gas natural en el Perú.

En el Perú, contamos con los yacimientos de Camisea en la ciudad de Cuzco, Aguaytía en Ucayali y otros en Tarma. El gas natural que se distribuye en la ciudad de Lima, el Callao e Ica, proviene de los pozos de Camisea en Cusco. Calidda con una concesión por 33 años, es la empresa distribuidora del gas natural en Lima Metropolitana y el Callao. Asimismo, en la actualidad son más de 18 distritos que ya cuentan con este servicio, por lo que, la demanda del uso de este combustible en el sector residencial, es alta para su uso como recurso energético doméstico, sustituto de combustibles tradicionales y de la energía eléctrica, capaz de ser utilizado para el encendido de artefactos de cocción y calentamiento de agua, entre otras aplicaciones.

Diseño de instalaciones de gas natural

Para el diseño de las instalaciones de gas natural en el Perú, hay que seguir las condiciones técnicas presentes en norma E.M. 040 del Reglamento Nacional de Edificaciones y referencias normativas; N.T.P.111.011, N.T.P.111.022, N.T.P.111.023.

Sistemas de Regulación

El sistema de regulación reduce y controla la presión del gas natural de media (MP) a baja presión (BP), conforme al caudal del consumo solicitado por los recintos donde se ubican los artefactos a gas.

Calidda (2009), conceptualiza al sistema de regulación como:

“Aparatos que reducen la presión del gas que recibe y la mantiene constante, independientemente de los caudales que permite pasar y de la variación de la presión aguas

arriba del mismo, dentro de los rangos admisibles. La regulación puede efectuarse en una o varias etapas. La elección del regulador dependerá de acuerdo al consumo real y el proyectado, además de la presión a la cual está diseñada la instalación. Los reguladores tienen dos tipos de configuraciones, de 90° y 180°. Estas configuraciones dependerán del tipo de gabinete, cantidad de predios a alimentar, etc.”. (p. 40).

Asimismo, N.T.P. 111.011 (2014) nos presenta, “las presiones máximas en las líneas internas de suministro de gas natural para uso residencial”, (p.21), las cuales, se indican en la siguiente tabla:

Tabla 6

Presión en líneas internas de suministro

Líneas para suministro de gas natural para uso residencial	Presión máxima kpa(mbar)
Línea montante	34 KPa (340 mbar)
Línea individual interior	2,3 KPa (230 mbar)

Nota: La tabla muestra las presiones máximas en las tuberías de distribución del gas natural para uso residencias. Tomado de NTP 111.011, (2014).

El sistema de regulación de presiones en las líneas internas que distribuyen el gas natural en edificaciones residenciales, se diseñan a criterios del diseñador de la instalación; teniendo en cuenta las condiciones de la infraestructura donde se instalará este sistema, la potencia de consumo según la cantidad y característica de los artefactos a gas a instalar y un sinnúmero de variables que determina el tipo de instalación.

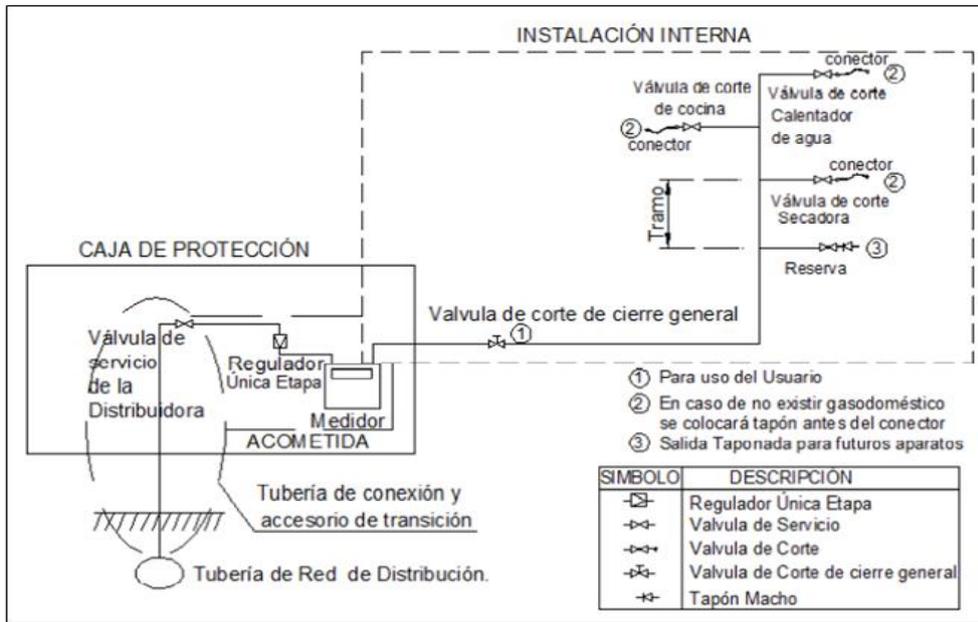
Regulación de única etapa

En esta etapa de regulación, según Calidda (2009), “el regulador tiene como presión de entrada 4-5bar”. (p.42).

Asimismo, N.T.P.111.011 (2014), señala que esta etapa de regulación, “regula directamente la línea de distribución a línea individual interior”. (p.44)

Figura 3:

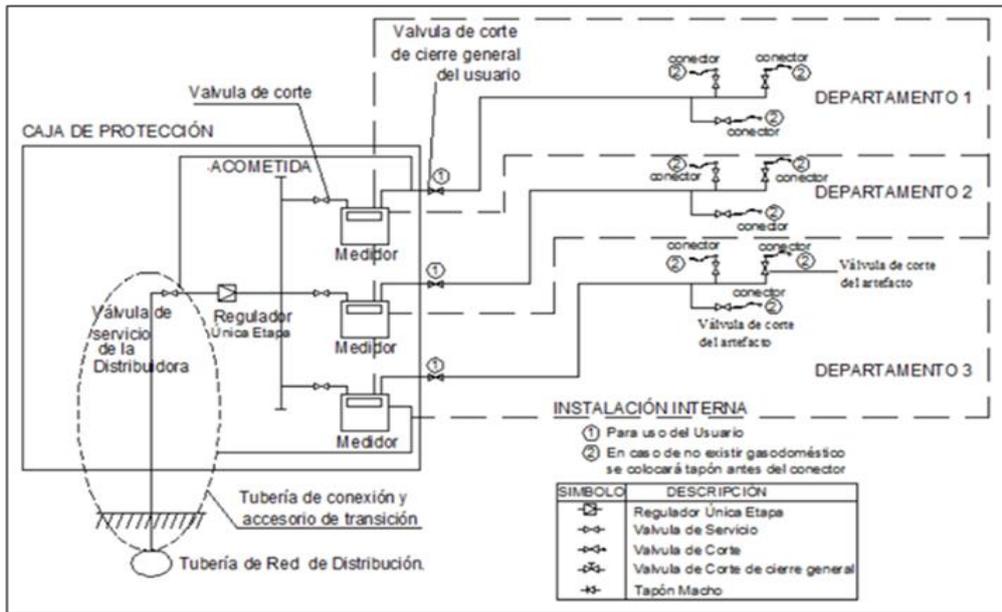
Sistema de instalaciones internas para una vivienda unifamiliar.



Nota: La presente figura contiene un esquema referencial del sistema de instalaciones internas para una vivienda unifamiliar. Sacada de NTP 111.011, (2014)

Figura 4:

Sistema de instalaciones internas en única etapa para vivienda unifamiliar.



Nota: La figura contiene un esquema referencial del sistema de instalaciones internas en única etapa para un edificio de viviendas. Sacada de NTP 111.011, (2014)

Regulación de dos etapas

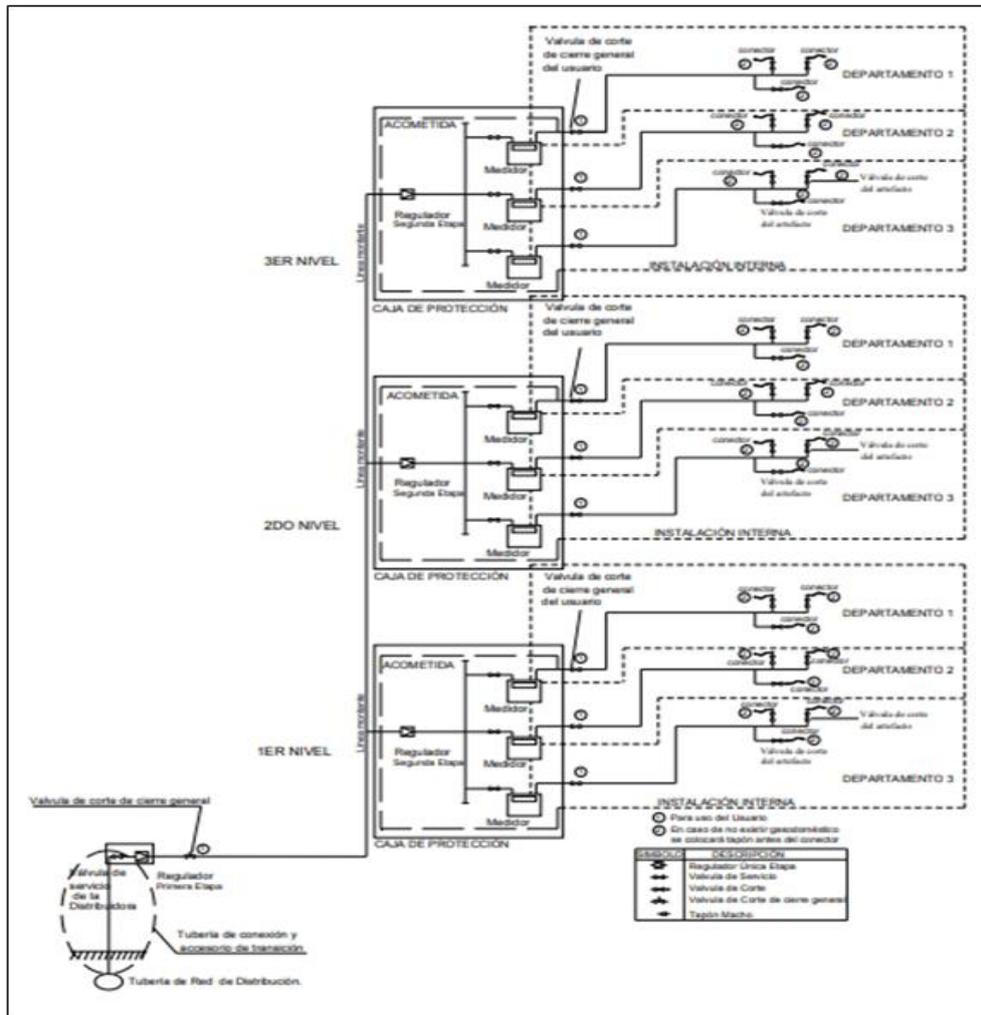
N.T.P. 111.011 (2014), señala que; esta etapa de regulación se puede realizar en:

“Primera etapa: La presión de la línea de distribución del gas, se reduce hasta un valor máximo de presión igual al consentido en la línea montante. La ubicación de regulador será en función de su tipo y elegido por el diseñador de la instalación.

Segunda etapa: la presión de la línea montante se reduce hasta la presión de la línea individual interior. Asimismo, la ubicación de regulador será en función de su tipo y elegido por el diseñador de la instalación”. (p.44)

Figura 5:

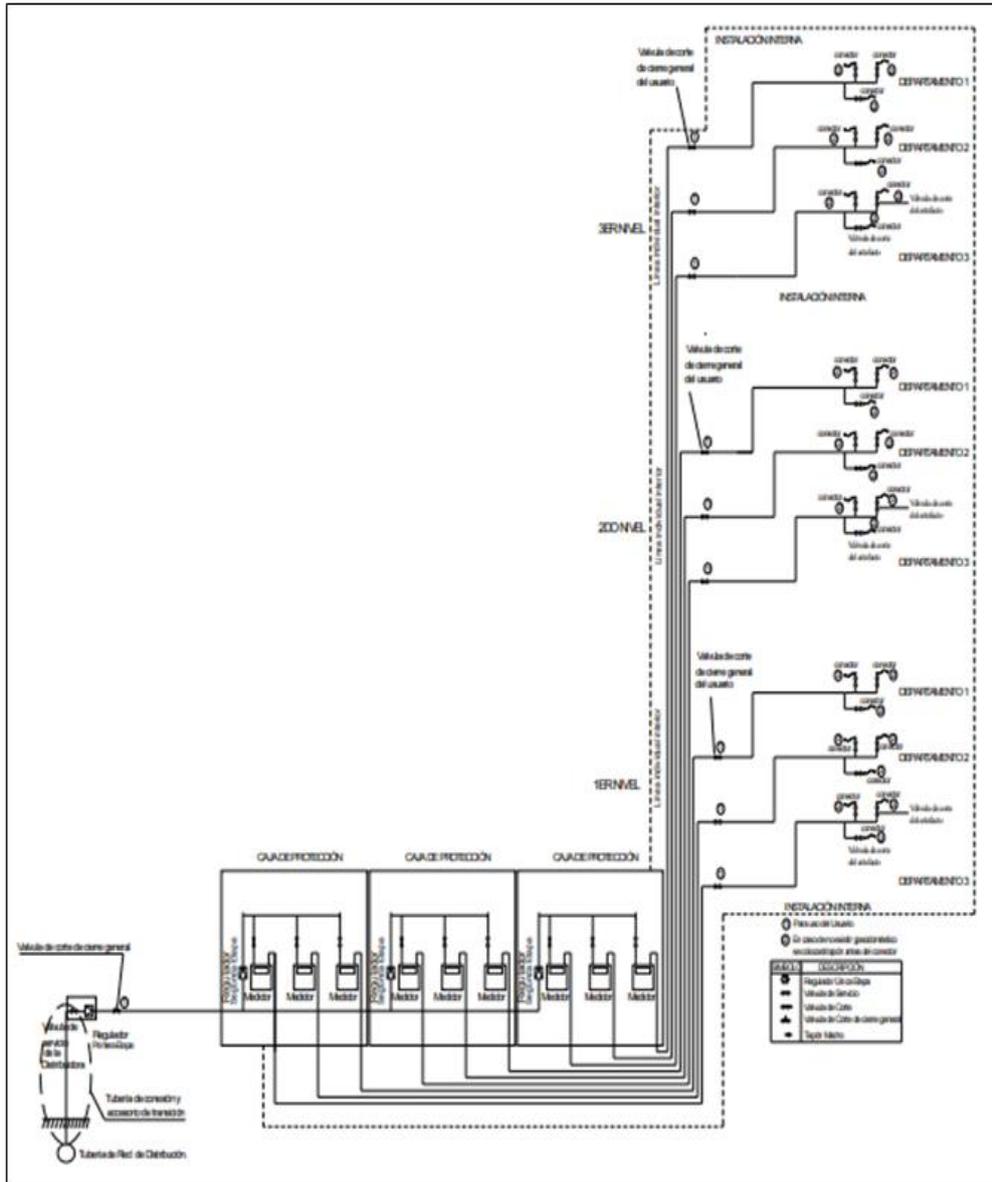
Sistema de instalaciones internas en varias etapas para una vivienda unifamiliar



Nota: La presente figura contiene un esquema referencial de instalaciones internas en varias etapas para un edificio de viviendas, con la ubicación de los bancos de medidores por piso. Sacada de NTP 111.011, (2014)

Figura 6:

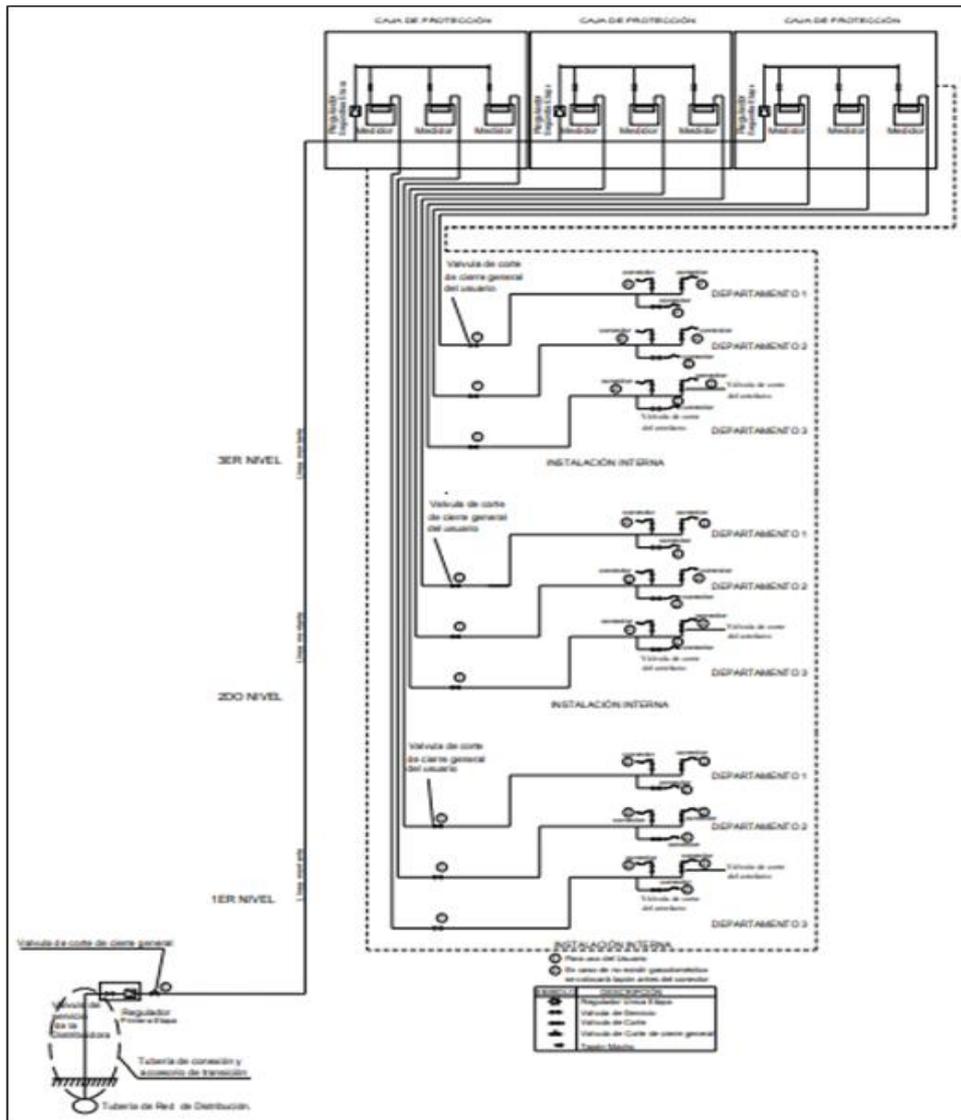
Sistema de instalaciones internas en varias etapas para edificio de viviendas.



Nota: La presente figura contiene un esquema referencial de instalaciones internas en varias etapas para un edificio de viviendas, con la ubicación de los bancos de medidores en el primer nivel. Sacada de NTP 111.011, (2014).

Figura 7:

Sistema de instalaciones internas en varias etapas, para edificio de viviendas.



Nota: La presente figura contiene un esquema referencial de instalaciones internas en varias etapas para un edificio de viviendas, con la ubicación de los bancos de medidores en azotea. Sacada de NTP 111.011, (2014).

Distribución del gas natural

El gas natural se distribuye mediante un conjunto de tuberías de presiones variables conforme al caudal que la recorre, por lo que, en un sistema de distribución del gas natural en instalaciones residenciales y comerciales, estas se subdividen en línea montante y línea individual interior.

Línea montante

Según, N.T.P. 111.011 (2014) la línea montante, es un sistema de tuberías horizontales y/o verticales, que pasan por zonas comunes externas e internas en la edificación y que conducen el gas natural a presión máxima regular hasta 340 mbar. Asimismo, estas desembocan en un sistema de regulador-medición. (p.12)

Según López, (2020) indica que “Consiste en la construcción de un sistema de tuberías, conexiones, válvulas y otros componentes que inicia generalmente después del medidor o la acometida en el cual se lleva el gas natural seco a través de las tuberías a los diferentes artefactos de la vivienda. La presión máxima de operación que llega al medidor desde la red pública no debe superar los 4 bares. Y la presión de operación interna después del medidor es de 23 bares. El medidor se ubicará en un Gabinete ubicado en la parte exterior del predio de preferencia, en el límite de propiedad para facilitar la medición y el mantenimiento”. (p. 36)

Elementos y Accesorios para la instalación de gas natural

Los elementos y accesorios utilizados en nuestro proyecto son los siguientes:

Tubería PEALPE

Para nuestro proyecto de tesis tuberías internas se trabajaron con PEALPE 2025 y PEALPE 1620

Minsur (2022) indica que la tubería multicapa PE AL PE está diseñada exclusivamente para la conducción de gases combustibles (Gas natural – propano). Compuesta por dos capas de polietileno y una capa intermedia de aluminio. Instalación sencilla por medio de accesorios de conexión diseñados especialmente para gas Tubería Multicapa PEALPE INUNSUR. (2018). INUNSUR. [tps://inunsur.com/p/tuberia-pe-al-pe/](https://inunsur.com/p/tuberia-pe-al-pe/).

Contugas (2013) menciona que este tipo de tuberías, al ser instaladas en exteriores, deberán estar recubiertas con morteros, empotradas y/o enterradas a fin, de ser protegidas contra la intemperie y rayos UV.

Figura 8:

Tubería PEALPE



Nota: El gráfico representa la tubería PEALPE, en rollos de color blanco y amarillo. Sacada de Dincorsa. (2022) <https://www.dincorsa.com/es/p/tuberia-multicapa-pe-al-pe>.

Tabla 7

Diámetro de tubería PEALPE

Referencia	Diámetro Externo mm	Diámetro Interno mm
1216	16	12
2025	25	20

Nota: Esta tabla se observa las dimensiones de tubería Pealpe usados en el proyecto de tesis. Sacada de Calidda (2009)

tubería de Cobre (Cu)

Según Huarcaya (2008) las tuberías de cobre, tienen un grado de pureza de hasta 99,9%, con resistencia a la corrosión. Se recomiendan en instalaciones expuestas a la intemperie, pero

sin peligro de esfuerzo mecánico. Pueden ser usados para gases de las tres familias. La presión de uso obedecerá al tipo de soldadura de unión de los tubos (p. 50).

Según Calidda (2019) estas tuberías estarán conforme a la NTP 342.052, o ASTM B 88M/ ASTM B 88, máxime con las tuberías tipo A y B (tipo K y L respectivamente), o norma técnica equivalente (p. 29).

Asimismo, en instalaciones residenciales, cuando se instale a la vista y en paralelo con tuberías de otros servicios, se deberá de pintar la tubería de gas de color amarillo ocre en todo el tramo paralelo o cruce.

Figura 9:

Encuentro de Tuberías de gas con otros servicios



Nota: La fotografía muestra las tuberías de gas de cobre se pinta de amarillo, colgadas en techo con dirección hacia los bancos de medidores, para la distribución del gas natural a los departamentos. Asimismo, se observa el cruce de las tuberías a gas con otras instalaciones, las cuales deben presentar una separación mínima de 5 cm aproximadamente.

Tabla 8

Diámetro de tubería Cobre

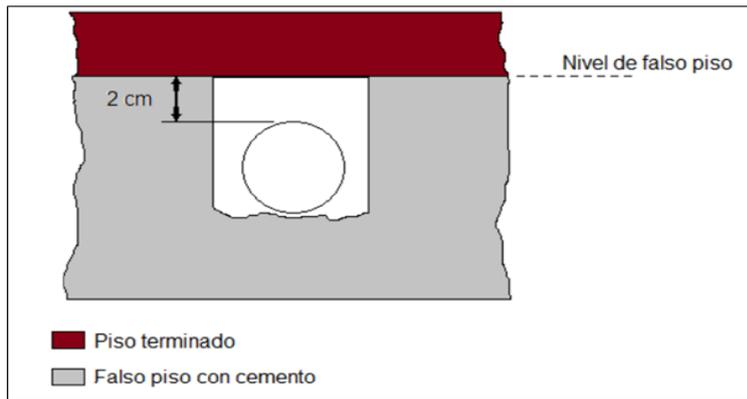
Referencia	Diámetro mm
------------	-------------

1"	38.24
1 1/4"	3213

Nota: La presente tabla contiene el diámetro de tuberías de cobre consideradas en nuestro proyecto. Sacada de Calidda (2009).

Figura 10:

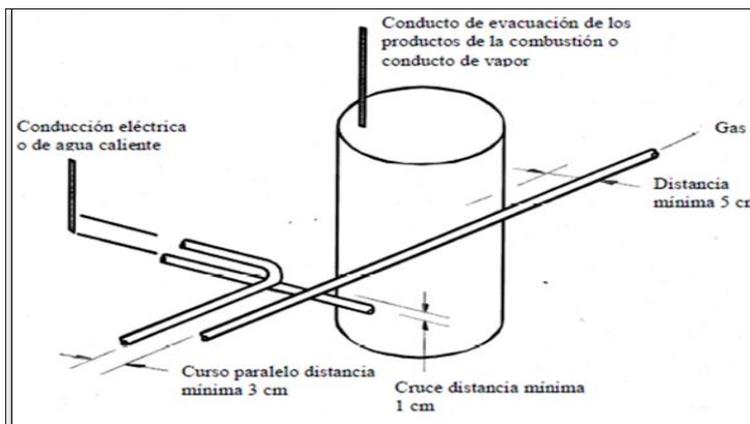
Tubería empotrada por falso piso



Nota: El presente esquema muestra el empotrado de las tuberías de gas a una distancia de 2 cm bajo el nivel del piso terminado. Sacado de NTP 1111.011 (2014)

Figura 11:

Distancias mínimas de tuberías de gas con otros servicios.



Nota: Está figura muestra esquemáticamente las distancias mínimas entre tuberías de otros servicios con respecto a las tuberías de gas. Sacado de NTP 1111.011 (2014)

Tabla 9

Distancias mínimas entre tuberías de gas y otros servicios

Tuberías de otros servicios	Curso paralelo	cruce
Conducción agua caliente	3 cm	1 cm
Conducción eléctrica	3 cm	1 cm
Conducción de vapor	5 cm	5 cm
chimeneas	5 cm	5 cm

Nota: Esta tabla es complementaria a la Figura 11, puesto que, en ella se muestra textualmente las distancias mínimas de curso paralelo y cruce entre tuberías que conducen gas y otros servicios. Sacado de NTP 111.011 (2014).

Accesorios PEALPE

Según N.T.P. 111.011 (2014), los accesorios para las tuberías PELAPE serán del tipo aprobado para gas y recomendados para este servicio por el fabricante; asimismo, deberán estar conforme con la norma técnica NTP-ISO 17484-1 o ISO 17484, AS4176, GASTEC QA (p.18).

Accesorios de Cobre (Cu)

Delgado (2021) menciona que, para los accesorios de cobre, se unen con soldadura de capilaridad, cumpliéndose con lo solicitado en la NTP342.522-1. Asimismo, los extremos de los accesorios para las líneas matrices y montantes se aplica soldadura fuerte y con soldadura blanda para las líneas individuales internas según NTP 111.011 (p. 53).

Válvulas

Es un dispositivo de control de operación manual para el bloqueo o interrupción total del flujo del gas en el momento que se disponga, las cuales deben ser aprobadas para su uso con gas.

Calidda (2019) menciona, dos tipos de válvula, la de corte de servicio regida por la norma ANSI B16.33 y válvula de corte, regida bajo la norma EN 331 o la ANSI B16.44. Estas válvulas tendrán una clasificación de resistencia de 1000 kPa presión (10 bar o PN10), para su identificación en el empleo del gas estas deberán ser de color amarillo. Cuando la instalación interna sea con tubería de cobre u acero, la válvula general deberá de ser de manija larga (p.36).

Figura 12:

Válvulas de gas tipo manija y mariposa



Nota: Esta figura se aprecia las válvulas de gas tipo manija y mariposa, que van situadas lo más próximo posible a los artefactos a gas, permitiendo la interrupción del paso de gas a los mismos. Tomado de Válvulas y llaves de paso para agua y fontanería. (2021, March 29). Arco. <https://valvulasarco.com/productos/categoria/gas/gas-valvulas/>

Gabinetes de regulación y medidores del sistema de gas natural

EM 040 (2018) nos indica que la instalación del gabinete, los equipos de medición y regulación deberán cumplir con lo establecido en la N.T.P. 111.011 (p.10)

El gabinete de regulación es aquel que aloja al sistema regulación, el cual, está comprendido por: el regulador, medidor, válvula de seguridad, tuberías de conexión, etc., debe contar con grado de accesibilidad 2. Asimismo, debe de ubicarse en el límite de propiedad o áreas comunes ventiladas con ingreso y salida de aire al medio ambiente, protegidos de la intemperie y fuerzas externas que pudieran dañarlo. Además, deben estar contruidos con un

material resistente a la corrosión, al fuego y al calor. Debe ser aprobado por la entidad competente.

Calidda (2009) nos menciona, que los gabinetes para el uso residencial se clasifican por el número de usuarios en:

Tabla 10:

Tipo de gabinete según número de usuarios

Tipo	Descripción
Gabinete simple	Gabinete que puede albergar hasta dos tipos de medidores G1.6 o G4 de caudales máximos 2.5 m ³ /h y 6 m ³ /h, respectivamente y un regulador de caudal máximo de 6 m ³ /h (B6N-90°).
Gabinete doble	Gabinete que puede albergar hasta dos tipos de medidores G1.6 o G4 de caudales máximos 2.5 m ³ /h y 6 m ³ /h, respectivamente y un regulador de caudal máximo de 6m ³ /h (B6N-90°). Se requiere de un manifold doble de cobre.
Gabinete triple	Gabinete que puede albergar hasta tres tipos de medidores G1.6 o G4 de caudales máximos 2.5 m ³ /h y 6 m ³ /h, respectivamente y un regulador de caudal máximo de 6m ³ /h (B6N-90°) o 10m ³ /h (B10N-90). Se requiere de un manifold triple de cobre.
Gabinete cuádruple	Gabinete que puede albergar hasta cuatro tipos de medidores G1.6 o G4 de caudales máximos 2.5 m ³ /h y 6 m ³ /h, respectivamente y un regulador de caudal máximo de 10 m ³ /h (B10N-90). Se requiere de un manifold cuádruple de cobre.
Gabinete múltiple	Para proyectos de mayor envergadura, gabinetes especiales con mayor cantidad de clientes

Nota: En la presente tabla se describe la capacidad, los gabinetes de albergar, según su tipo, los aparatos de medición y regulación conforme a sus características propias. Asimismo, la adaptación de los manifold de acuerdo al número de medidores que aloja. Adaptada de Calidda (2009).

Figura 13:

Gabinetes para sistema de regulación y medición.



Nota: En esta fotografía se observa dos tipos de gabinetes dobles y cuádruples, para alojar al sistema de medición y regulación para la distribución del gas. Asimismo, las válvulas de corte con compuertas para acceso al usuario. Tomada de OM CONSTRUCTOR SAC. (2021, June 4). <https://omconstructor.com/>.

Calidda (2009) nos menciona, que el medidor de gas es un aparato de medición que registra el volumen de gas consumido por el usuario en un tiempo determinado, estos deben ubicarse en áreas comunes accesibles, en gabinetes múltiples para su protección en instalaciones multifamiliares y gabinetes simples en instalaciones unifamiliares o locales. Asimismo, nos indica que para uso residencial se utilizan los medidores de paredes deformables.

Tabla 11:

Capacidades y dimensiones características de los medidores de paredes deformables.

Medidor	Presión (23mbar)		Presión (340mbar)	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
G1.6	1.6	2.5	2.1	3.4
G4	4	6	5.4	8.0
G6	6	10	8.0	13.4
G10	10	16	13.4	21.4
G16	16	25	21.4	33.5
G25	25	40	33.5	53.6

Nota: La tabla muestra tipos de medidores que trabajan a media y baja presión con consumo de caudales máximos y mínimos. Adaptada de Calidda (2009).

Calidda (2009) El regulador de presión es un aparato que reduce la presión del fluido que recibe aguas abajo del punto donde esté colocado y la mantiene permanente dentro de límites determinados de rangos admisibles. La elección de un regulador depende del consumo real y proyectado. Asimismo, presenta dos tipos de configuraciones de 90° y 180°, las cuales dependen del tipo de gabinete y cantidad de usuarios a alimentar.

Tabla 12:

Reguladores domiciliarios

Regulador Medida	Presión (mbar) Entrada Salida	Caudal m ³ /h	Uso Gabinete / Medidor
B6N-90°	0,5-5 23	6	Simple, dobles y triples / hasta medidores G1.6-(Regulación 1ra° etapa)
B10N-90°	0,5-5 23	10	Simple, dobles triples y cuádruples / hasta medidores G4-(Regulación 1ra° etapa)
B10M-180°	0,5-5 23	10	Cuádruples / G1.6 (Regulación 1ra° etapa)
Humcar-180°	0-0,5 23	6 hasta 13	(Regulación 2da° etapa)

Nota: La tabla muestra tipos de reguladores de primera y segunda etapa que trabajan a media y baja presión respectivamente, con consumo de caudales. Adaptada de Calidda (2009).

Figura 14:

Sistema de regulación y medición para Instalaciones de Gas



Nota: Esta figura muestra un sistema de regulación y medición instalado en gabinete simple.

Ventilación de los ambientes

Todo recinto donde se ubica un artefacto a gas debe de tener una adecuada ventilación para el ingreso del aire, renovación y dilución de los productos de combustión, por lo que, la Norma Técnica de Edificación EM 040 Instalaciones de gas, establecen los siguientes criterios:

Espacio confinado:

Recinto interior con un volumen menor a $4,8 \text{ m}^3/\text{kW}$ de potencia nominal agregada o conjunta de todos los artefactos a gas instalados en ella, Asimismo, todos los ambientes que se encuentren comunicados permanentemente mediante aberturas de por lo menos 2 cm^2 de área, se pueden considerar como parte de un mismo espacio. No deben considerarse la potencia del artefacto tipo C (p.5).

Espacio no confinado:

Recinto interior con un volumen mayor a $4,8 \text{ m}^3/\text{kW}$ de potencia nominal agregada o conjunta de todos los artefactos a gas instalados en ella. Asimismo, todos los ambientes que se encuentren comunicados permanentemente mediante aberturas de por lo menos 2 cm^2 de área, se pueden considerar como parte de un mismo espacio (p.5). No deben considerarse la potencia del artefacto tipo C (p.5).

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

Nuestro vínculo laboral con la empresa empieza, cuando se toma conocimiento que; la empresa del Ing. Raúl Icochea Bao, requiere de personal técnico para unirse a su equipo de trabajo, pasando la entrevista correspondiente y tomando en consideración que contamos con estudios técnicos en la carrera de construcción civil y demás experiencias laborales de ingeniería, se toma en consideración nuestra participación en la empresa como; Asistente de diseño de Proyectos Electromecánicos y de Gas, encomendándose diversos proyectos para su desarrollo conforme a los parámetros establecidos según normas Técnicas correspondientes; entre ellos el proyecto de Diseño del Sistema de Gas Natural, del edificio Multifamiliar Pando, ubicado en calle Teodoro Cárdenas, Urb. Santa Beatriz, distrito de Cercado de Lima. Entre otras funciones que desarrollamos en la empresa es la de elaboración de diseño de proyectos eléctricos, comunicaciones, electromecánicos, elaboración de memorias descriptivas, especificaciones técnicas, entre otros.

Ubicación del proyecto:

Análisis y diseño de Instalaciones de Gas Natural del Proyecto Multifamiliar Pando, empleando la norma E.M. 040 del R.N.E. en el distrito de cercado de lima – 2021. El proyecto se ubica en:

Departamento : Lima
Provincia : Lima
Distrito : Cercado de Lima
Urbanización : Santa Beatriz.

Figura 15:

Esquema de ubicación del Proyecto Multifamiliar Pando.



Nota: Ubicación del proyecto. Adaptado de Google Maps.

Desarrollo del Proyecto:

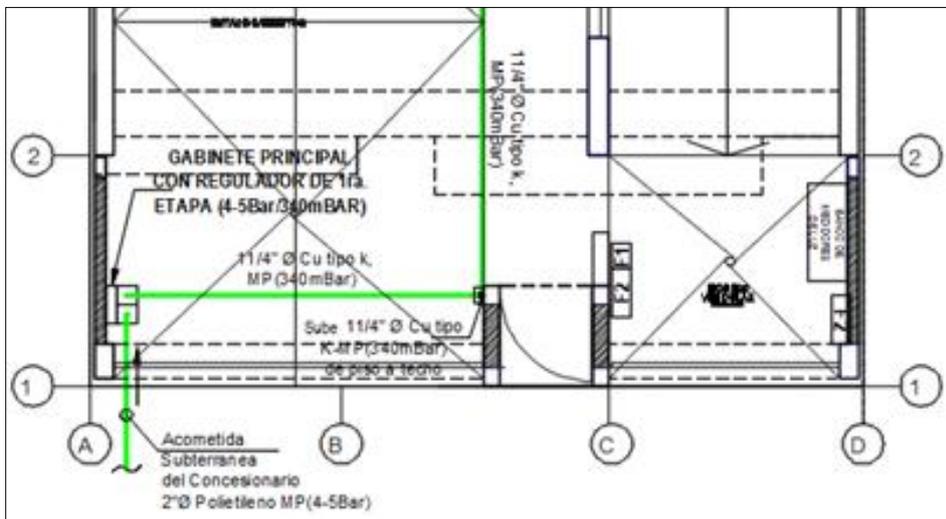
Para el diseño de instalaciones a gas natural del Edificio Multifamiliar Pando, se tiene en cuenta, que es una edificación residencial nueva con un número de usuarios residentes en 50 departamentos, con 02 puntos de salida de gas (cocina y terma), distribuidos en 20 pisos, por lo que, se proyecta para el suministro de gas, un recorrido de tubería relativamente largo. Con dichas características y conforme a criterios de diseño estipulados en la Norma Técnica Peruana N.T.P. 111. 011, y en Tabla A-1 y Tabla 2 - Presión de líneas Internas de Suministro adjuntas en anexos; la instalación se diseña para trabajar en dos etapas. Con una primera etapa de regulación con reducción de presiones de 4 bar a 340 mbar en líneas montantes y una segunda etapa de regulación con reducción de presiones de 340 mbar a 23 mbar en líneas individuales interiores.

Paso 1.- Ubicación del gabinete principal (Conforme a N.T.P 111.011-2014)

La ubicación del gabinete principal es compatibilizada con la especialidad de las instalaciones eléctricas, en cuyos planos se verifican que la ubicación del banco de medidores eléctricos es en el ingreso al sótano 1. Al no poder ubicarse el gabinete principal en la parte frontal de la fachada, debido a que no cuenta con muro y es colindante con espacio de dominio común de tránsito peatonal se ubica en el interior, en el ingreso al estacionamiento del primer piso, puesto que, es un espacio ventilado y sin techo cumpliéndose con lo estipulado en la norma N.T.P. 111.011 apartado 16.11 que dice en el caso de no poder localizar la caja de protección con el regulador y medidor según el apartado 16.3, puede trasladarse la ubicación a lugares o áreas comunes no ventilados dentro de la edificación y que cumplan los requisitos del Apartado 16.7, 16.8 y 16.10.

Figura 16:

Ubicación del Gabinete Principal en Primera Etapa



Nota: Ubicación del gabinete principal con el regulador de primera etapa, en el proyecto del edificio multifamiliar Pando.

Paso 2.- Métodos para la ventilación (Conforme a E.M. 040 y N.T.P 111.022-2008)

Para la evacuación de los productos de la combustión, emitidos por los gasodomésticos o artefactos a gas, en lavandería y cocina, la renovación del aire circulante, según diseño arquitectónico, es a través de ventanas con comunicación con el exterior (ductos).

Espacios confinados y no confinados

Teniendo en consideración que los artefactos a instalar en este proyecto son cocina y calentador, se calcula el caudal por departamento, de acuerdo a características de los gasodomésticos en nuestro caso, con los siguientes consumos:

Tabla 13

Potencia de consumos de los equipos a gas o gasodomésticos

Gasodoméstico	Tipo	Potencia (Mcal/h)	Consumo (m ³ /h)
Cocina (a)	A	8	0.84
Calentador (b)	B	18	1.74
TOTAL		26	2.58

Nota: Esta tabla muestra las potencias nominales y consumo en caudales de los gasodomésticos o artefactos a gas considerados en el Proyecto Multifamiliar Pando.

Tabla 14:

Cálculo para determinar método de ventilación de los recintos o ambientes interiores.

Nº Dpto.	Ambientes	Área		Vol. M ³	Pot. (KW)	(M ³ /KW)	Espacio tipo < 4.8M ³ /KW
		c / techo	s / techo				
Del 201 al 901	Cocina	7.99	-	18.9	6.88	2.75	Conf.
	Calentador				15.48	1.22	Conf.
Del 202 al 902	Cocina	7.77	-	20.27	6.88	2.95	Conf.
	Calentador				15.48	1.31	Conf.
Del 203 al 2004	Cocina	7.56	-	18.9	6.88	2.75	Conf.
	Calentador				15.48	1.22	Conf.

Del 204 al 2004	Cocina	6.4	-	20.27	6.88	2.95	Conf.
	Calentador				15.48	1.31	Conf.

Nota: La presente tabla contiene el cálculo de volumen de los ambientes que contendrán a los artefactos a gas para determinar el método de ventilación de los recintos interiores. Asimismo, se observa que dichos ambientes tienen un volumen menor a 4,8 m³/kW para ser considerado como espacios confinados.

Tabla 15

Cálculo de áreas de aberturas permanentes (ventilación)

Nº Dpto.	Ambientes	Potencia (kW)	Cálculo ventilación (6 cm ² /kW)
Del 201 al 901	Cocina	6.88	41.28
	Calentador	15.48	92.88
Del 202 al 902	Cocina	6.88	41.28
	Calentador	15.48	92.88
Del 203 al 2004	Cocina	6.88	41.28
	Calentador	15.48	92.88
Del 204 al 2004	Cocina	6.88	41.28
	Calentador	15.48	92.88

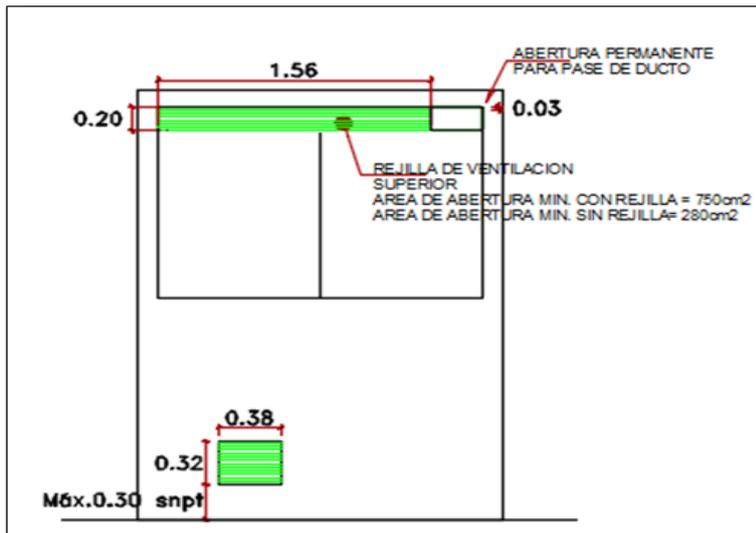
Nota: En la presente tabla se observa que los ambientes que se determinaron confinados en Tabla 14, por tener comunicación directa con el exterior, requieren de dos aberturas para su ventilación, por lo que, para obtener el área libre mínima de estas aberturas, se multiplican la potencia nominal instalada en cada ambiente por 6 cm².

En los cuadros anteriores se observa que todos los ambientes son confinados, puesto que, el confinamiento resulta menor a 4.8 m³/kW, como se observa en la columna m³/kW, por lo que, aplicamos el método de ventilación comunicación directa con el exterior a través de dos aberturas permanentes para introducción de aire adicional en los espacios confinados. Para el cálculo de las dimensiones mínimas de cada abertura, se multiplica el factor 6 cm² por cada kW de potencia nominal agregada de los artefactos a gas instalados, como se observa en la tabla 11, columna Cálculo de Ventilación (EM 040) (6 cm²/kW), los valores de área libre son

inferiores a los 100 cm², por lo que, se toma un área libre mínima de 280 cm² como lo establece la norma, con el menor de sus lados mayores a 8 cm.

Figura 17:

Esquema de ubicación de rejillas de ventilación



Nota: El gráfico representa la forma de instalación y dimensionamiento de las rejillas de ventilación para el Proyecto Multifamiliar Pando.

Paso 3.- Diseño de la distribución del sistema de las tuberías de gas (Conforme a N.T.P 111.011-2014)

Recorrido y cálculo de montante y redes interiores

Para el diseño y cálculo de las redes de distribución del gas natural se tiene en consideración la siguiente información:

- a) La ubicación de los bancos de medidores será por piso, Todos los artefactos a gas se instalarán en los 50 departamentos distribuidos de la siguiente manera:
 - El 1er piso está diseñado arquitectónicamente para oficinas, por lo que, no se considera ningún artefacto a gas.

- En el 2do piso, cuatro departamentos, por lo que, se considera 4 bancos de medidores.
 - En el 3er, 5to, 7mo y 9no piso, tres departamentos, por lo que, se considera 4 bancos de 3 medidores.
 - En el 4to, 6to y 8vo piso, cuatro departamentos, por lo que, se considera 4 bancos de 4 medidores.
 - Del 10mo al 20vo piso, dos departamentos, por lo que, se considera 1 banco de 2 medidores.
- b) Se calcula el caudal de los gasodomésticos por departamento:

Ecuación 1: *Cálculo del caudal de los gasodomésticos*

$$Q_s = \sum Q(\text{gasodomésticos}) \text{m}^3/\text{h}$$

Tabla 16

Cálculo del caudal de los gasodomésticos

Gasodoméstico	Caudal
Cocina	: 0.84 m ³ /h
Calentador	: 1.74 m ³ /h
Q :	2.58 m ³ /h

Nota: En la presente tabla se observa la sumatoria de los caudales de gas para un departamento

- c) Definición del regulador de 1ra etapa:

Ecuación 2: *Cálculo del regulador de 1ra etapa*

$$Q_t = Q(\text{Dpto}) \times n^\circ \text{ pisos} \times F_s$$

Donde:

Q_t: Caudal total

Q(Dpto.): caudal por departamento

Fs: factor de simultaneidad de acuerdo a la cantidad de instalaciones interiores y

artefactos instalados

$$Q_t = 2.58 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \times 50 \times 0.19 = 24.5 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Con estos resultados se considera en regulación de primera etapa un regulador modelo

B25 (25m³/h)

Tabla 17:

Factores de simultaneidad

Cantidad De Instalaciones Interiores	Co	Ca-Co	Ca-Co-C	otros
1	1.0	1.0	1.0	1.0
2	0,90	0,82	0,84	0,93
3	0,73	0,63	0,67	0,76
4	0,64	0,54	0,59	0,66
5	0,58	0,48	0,54	0,61
6	0,54	0,43	0,49	0,57
7	0,50	0,40	0,46	0,54
8	0,48	0,38	0,45	0,51
9	0,46	0,36	0,43	0,49
10	0,44	0,34	0,41	0,48
11-15	0,40	0,31	0,38	0,44
16-20	0,36	0,27	0,35	0,40
21-30	0,32	0,24	0,32	0,38
31-44	0,28	0,21	0,29	0,35
45-58	0,26	0,19	0,28	0,32
59-72	0,24	0,18	0,27	0,31

Nota: En esta Tabla presenta los Factores de Simultaneidad conforme a la cantidad de instalaciones interiores y artefactos conectados, considerándose las siguientes abreviaturas para cada artefacto a gas: C=Estufa; Ca=Calefón y Co=Cocina. Tomada de EM 040 (2018).

d) Definición del regulador de 2da etapa:

Ecuación 3: *Cálculo del regulador de 2da etapa*

$$Q = Q(1 \text{ Dpto}) \times N^\circ (\text{Dpto por piso}) \times F_s$$

Donde:

Q: Caudal total

Q(Dpto.): caudal por departamento

Fs: factor de simultaneidad de acuerdo a la cantidad de instalaciones interiores y artefactos instalados

- Para gabinetes cuádruples:

$$Q = 2.58 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \times 4 \times 0.54 = 5.57 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

- Para gabinetes triples:

$$Q = 2.58 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \times 3 \times 0.63 = 4.87 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

- Para gabinete doble:

$$Q = 2.58 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \times 2 \times 0.82 = 4.23 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Con los caudales obtenidos conforme al número de departamentos por piso para esta etapa de regulación consideramos un regulador, con consumo de hasta 6 m³/h por cada gabinete y 50 medidores modelo G4 por cada departamento.

Paso 4.- Cálculo del conducto de evacuación de terma tipo B (Conforme a N.T.P

111.023-2008)

Para el cálculo de los conductos de evacuación se considera una terma tipo B de 24 kw de potencia, las termas se ubican en la lavandería cerca de ventanas con comunicación directa al exterior. El cálculo debe ser aprobado con un valor +1. Asimismo, estos cálculos deben trabajarse con la tabla de valoración de particularidades del conector de evacuación al nivel del mar, adjunto en el Anexo B de la norma.

Se tiene que considerar la presión atmosférica del sitio de instalación, siendo esta para el distrito del cercado de lima 991 mbar, con lo que, se procede a realizar el siguiente Cálculo:

Ecuación 4: Cálculo para hallar el factor para altitudes diferentes a la del nivel del mar

$$\left[0,85x \frac{P2}{P1} \right]$$

P1: Presión atmosférica a nivel del mar

P2: Presión atmosférica del sitio de instalación, para Cercado de Lima=991

$$\left[0,85x \frac{991}{1013} \right] = 0.83$$

Tabla 18

Cálculo del ducto de evacuación para termas en Dptos. 201 al 2020

	Puntos -	Puntos +	Valorización Global
Ganancia de cota = H = 45 cm		+3.735	
45cm x (0.83 puntos/cada 10cm) = +3.73			
Componentes del conector			
Sombbrero o deflector	-0.30		
Codo vertical-horizontal	-1		
Longitud de tramos rectos del conector	-1.305		
16cm+245cm=261cm			
261x(-0.5ptos/cada100cm)			
Total puntos	-2.605	+3.735	+1.13

Nota: En la presente Tabla se aprecia que el valor resultante es mayor (+1), por lo tanto, el conector cumple con esta condición porque, el sistema de evacuación se acepta.

Tabla 19

Cálculo del ducto de evacuación para termas en Dptos. 202 AL 902 y Dptos. 203 al 1003

	Puntos -	Puntos +	Valorización Global
Ganancia de cota = H = 55 cm		+4.56	
55cm x (0.83 puntos/cada 10cm) = +4.56			
Componentes del conector			
Sombbrero o deflector	-0.30		

Codo vertical-horizontal	-1		
Longitud de tramos rectos del conector	-1.97		
16cm+378cm=394cm			
394x(-0.5ptos/cada100cm)			
Total puntos	-3.27	+4.56	+1.29

Nota: En la presente Tabla se aprecia que el valor resultante es mayor (+1), por lo tanto, el conector cumple con esta condición porque, el sistema de evacuación se acepta.

Tabla 20

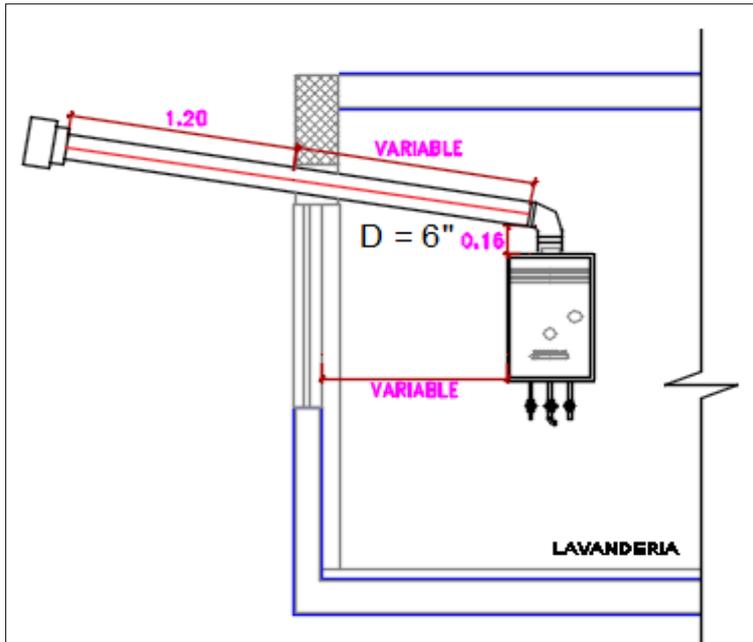
Cálculo del ducto de evacuación para termas en Dptos. 204 AL 904

	Puntos -	Puntos +	Valorización Global
Ganancia de cota = H = 40 cm		+3.32	
40cm x (0.83 puntos/cada 10cm) = +3.32			
Componentes del conector			
Sombbrero o deflector	-0.30		
Codo vertical-horizontal	-1		
Longitud de tramos rectos del conector	-0.77		
16cm+138cm=154cm			
154x(-0.5ptos/cada100cm)			
Total puntos	-2.07	+3.32	+1.25

Nota: En la presente Tabla se aprecia que el valor resultante es mayor (+1), por lo tanto, el conector cumple con esta condición porque, el sistema de evacuación se acepta.

Figura 18:

Esquema de conducto de evacuación



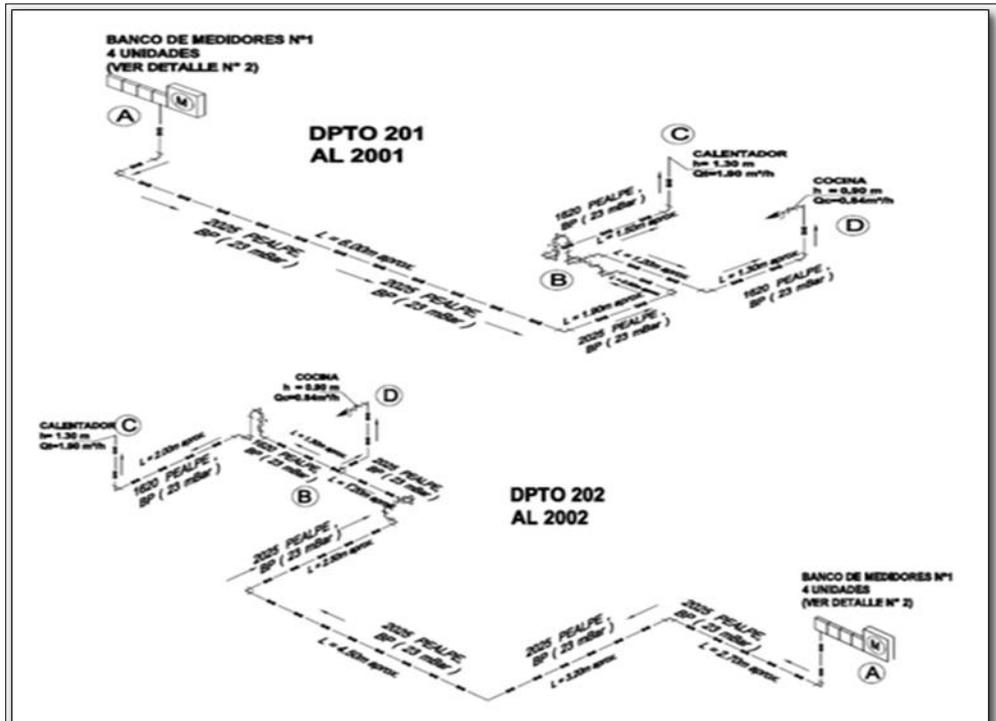
Nota: En el gráfico se observa el conducto de evacuación de los productos de la combustión para el Proyecto Multifamiliar Pando.

Paso 5.- Representación Isométrica de la distribución del sistema de gas natural

Es la proyección tridimensional de la distribución del sistema de gas natural, que muestra y especifica longitudes de cada tramo, materiales, accesorios, y artefactos que serán conectados a la red de gas. Con la información que proyecta la isometría, se efectúan cálculos en media y baja presión, para determinar el diámetro de tuberías en montantes y líneas internas.

Figura 19:

Diseño Isométrico del sistema de instalación de gas en Proyecto Multifamiliar Pando



Nota: En el esquema se observa la representación gráfica del diseño Isométrico del sistema de instalación de gas de los bancos de medidores a los departamentos del Proyecto Multifamiliar Pando.

Paso 6.- Cálculo para el dimensionamiento de tuberías a gas (Conforme a N.T.P 111.011-2014)

Se plantea llevar con una tubería adosada al techo del primer piso un montante horizontal, la cual subirá verticalmente hasta la losa del segundo piso, recorriendo un tramo de 80 cm hasta llegar a una falsa columna para hacer montante del segundo al veinteavo piso, distribuyendo el gas en los bancos de medidores instalados por piso para lo cual se procede con el siguiente Cálculo:

Ecuación 5: *Formula de Renouard (montante)*

$$\Delta p = 22759 \times d \times L \times Q^{1.82} \times D^{-4.82}$$

Donde:

Δp : Pérdida de presión en mbar

D: Densidad del gas natural seco

L: Longitud en metros

Q: caudal en m³/h a condiciones estándar

D: Diámetro en (mm)

Ecuación 6: Formula de Pole

$$\Phi = \sqrt[5]{\frac{L}{\Delta P} \times \left(\frac{PCT}{\text{Coeficiente} \times K} \right)^2}$$

Donde:

Φ : Diámetro interior real (cm)

L: Longitud en metros (m)

Δp : Perdida de presión (Pa)

PCT: Potencia de cálculo total (mcal/hora)

K: Factor de fricción según Φ

Coeficiente: Para el gas natural seco 0.0011916

Tabla 21

Factor de fricción para la fórmula de Pole

Φ - Pulgadas	K
3/8 – 1	1800
1 ¼ - 1 ½	1980
2 - 2 ½	2160
3	2340
4	2420

Nota: Tomada de NTP 1111.011 (2014)

Para el cálculo de la velocidad de circulación del fluido se utilizará la ecuación con relación entre pérdida de carga y diámetro de tubería:

Ecuación 7: *Formula para hallar la velocidad*

$$V = \frac{Q}{\pi \times D^2 / 4}$$

Donde:

V: Velocidad (m/s)

Q: Caudal (m³/h)

D: Diámetro de la tubería (mm)

HOJA DE CÁLCULO PARA GAS NATURAL EN MEDIA PRESION 340 MBAR

Diámetro de la Tubería de Cobre en cm

LE = Longitud Equivalente = Long Tubería +20% (LE. Por Accesorios)

K = factor depende del diámetro de la tubería en media y baja presión

FS= Factor de Simultaneidad

Qtot = Caudal Total En m³/h

Presión 34 Kpa

PT = Potencia Calórica Total en Mcal/h

340 mbar

V = Velocidad (m/s)

ΔP = Caída de Presion en Pa

ΣΔP =Sumatoria Caída De Presión

Tabla 22

Cálculos para Instalaciones Gas Natural Montante en Media Presión (340mbar)

TRAMO	No SUM	Ø (pulg)	Ø (cm)	L (mts)	LE (mts)	K	F.S	Qtot. (m3/h)	Qsim (m3/h)	PCT (Mcal/h)	V (m/s)	ΔP (Kpa) ²	P2(mBar)	ΔP (mbar)	ΣΔP (mbar)
1 -2	50	1 1/4"	3.175	20.00	24.00	7.1	0.19	58.00	11.02	247.00	3.87	90.03	0.3366	3.3634	3.3634
2 -3	46	1"	2.528	3.00	4.00	7.1	0.19	53.36	10.14	227.24	5.61	39.69	0.3385	1.4816	4.8450
3 -4	43	1"	2.528	3.00	4.00	7.1	0.21	49.88	10.47	234.78	5.80	42.36	0.3384	1.5816	6.4266
4 -5	39	1"	2.528	3.00	4.00	7.1	0.21	45.24	9.50	212.94	5.26	34.85	0.3387	1.3009	7.7276
5 -6	36	1"	2.528	3.00	4.00	7.1	0.21	41.76	8.77	196.56	4.85	29.69	0.3389	1.1084	8.8359
6 -7	32	1"	2.528	3.00	4.00	7.1	0.21	37.12	7.80	174.72	4.31	23.46	0.3391	0.8757	9.7116

Tabla 23:

(Continuación tabla 23)

7 -8	29	1"	2.528	3.00	4.00	7.1	0.24	33.64	8.07	180.96	4.47	25.17	0.3391	0.9394	10.6510
8 -9	25	1"	2.528	3.00	4.00	7.1	0.24	29.00	6.96	156.00	3.85	18.70	0.3393	0.6980	11.3491
9 -10	22	1"	2.528	3.00	4.00	7.1	0.24	25.52	6.12	137.28	3.39	14.48	0.3395	0.5405	11.8896
10 -11	20	1"	2.528	3.00	4.00	7.1	0.27	23.20	6.26	140.40	3.47	15.15	0.3394	0.5654	12.4550
11 -12	18	1"	2.528	3.00	4.00	7.1	0.27	20.88	5.64	126.36	3.12	12.27	0.3395	0.4579	12.9129
12 -13	16	1"	2.528	3.00	4.00	7.1	0.27	18.56	5.01	112.32	2.77	9.70	0.3396	0.3618	13.2748
13 -14	14	1"	2.528	3.00	4.00	7.1	0.31	16.24	5.03	112.84	2.79	9.79	0.3396	0.3652	13.6399
15 -16	12	1"	2.528	3.00	4.00	7.1	0.31	13.92	4.32	96.72	2.39	7.19	0.3397	0.2683	13.9082
16 -17	10	1"	2.528	3.00	4.00	7.1	0.34	11.60	3.94	88.40	2.18	6.01	0.3398	0.2241	14.1323
17 -18	8	1"	2.528	3.00	4.00	7.1	0.38	9.28	3.53	79.04	1.95	4.80	0.3398	0.1792	14.3115
18 -19	6	1"	2.528	3.00	4.00	7.1	0.43	6.96	2.99	67.08	1.66	3.46	0.3399	0.1290	14.4405
20 -21	4	1"	2.528	3.00	4.00	7.1	0.54	4.64	2.51	56.16	1.39	2.42	0.3399	0.0904	14.5310
21 -22	2	1"	2.528	3.00	4.00	7.1	0.82	2.32	1.90	42.64	1.05	1.40	0.3399	0.0521	14.5831

Nota: Esta tabla muestra la memoria de cálculo para determinar el diámetro de la red de alimentación en Media Presión para Gas Natural. Asimismo, la Pérdida ΔP en Media Presión es de 14.58 mbar resultando menor al 20% de la presión inicial. Por lo que, el resultado obtenido es aceptable por la norma.

HOJA DE CÁLCULO PARA GAS NATURAL EN BAJA PRESION 23 MBAR

Diámetro de la Tubería de Cobre en cm

LE = Longitud Equivalente = Long Tubería +20% (LE. Por Accesorios)

K = factor depende del diámetro de la tubería en media y baja presión

FS= Factor de Simultaneidad

Qtot = Caudal Total En m³/h

Presión 2.3 Kpa

PT = Potencia Calórica Total en Mcal/h

23 mbar

V = Velocidad (m/s)

ΔP = Caída de Presión en Pa

ΣΔP =Sumatoria Caída De Presión

Tabla 24

Cálculos para Instalación Gas Natural Banco de 19 dpto. en Baja Presión (23mbar)

ITEM	TRAMO	TUBERIA	Ø (pulg)	Ø (cm)	L (mts)	LE(mts)	K	F.S	Qtot. (m ³ /h)	Qsim (m ³ /h)	PCT (Mcal/h)	V (m/s)	ΔP (pa)	ΣΔP (pa)	ΣΔP (mbar)	
DPTO	A-B	1	2025	2	11.00	13.20	1,800	1.00	2.74	2.74	26	2.42	60.613	60.613	0.606	
201AL	B'-C	PEALPE	1620	1.6	4.30	5.16	1,800	1.00	1.9	1.9	18	2.62	34.657	95.270	0.953	Terma
2001	B-D	PEALPE	1620	1.6	5.00	6.00	1,800	1.00	0.84	0.84	8	1.16	7.960	68.573	0.686	Cocina

Nota: Esta tabla muestra la memoria de cálculo para determinar el diámetro de la red de alimentación en Baja Presión para Gas Natural. Asimismo, la Perdida ΔP en Baja Presión es de 0.69 mbar resultando menor a los 5 mbar exige la Norma. Por lo que, el resultado obtenido es aceptable

Tabla 25

Cálculos para Instalación Gas Natural Banco de 4 dpto. en Baja Presión (23mbar)

ITEM	TRAMO	TUB.	Ø (pulg)	Ø (cm)	L (mts)	LE (mts)	K	F.S	Qtot. (m3/h)	Qsim (m3/h)	PCT (Mcal/h)	V (m/s)	ΔP (pa)	ΣΔP (pa)	ΣΔP (mbar)	
DPTO	A-B	1	2025	2	15.60	18.72	1,800	1.00	2.74	2.74	26	2.42	85.960	85.960	0.860	
202AL	B'-C	PEALPE	1620	1.6	1.50	1.80	1,800	1.00	1.9	1.9	18	2.62	12.090	98.050	0.980	Terma
2002	B-D	PEALPE	1620	1.6	6.90	8.28	1,800	1.00	0.84	0.84	8	1.16	10.985	96.945	0.969	Cocina

Nota: Esta tabla muestra la memoria de cálculo para determinar el diámetro de la red de alimentación en Baja Presión para Gas Natural. Asimismo, la Perdida ΔP en Baja Presión es de 0.96 mbar resultando menor a los 5 mbar exige la Norma. Por lo que, el resultado obtenido es aceptable

Tabla 26

Cálculos para Instalación Gas Natural Banco de 19 dpto. en Baja Presión (23mbar)

ITEM	TRAMO	TUB.	Ø (pulg)	Ø (cm)	L (mts)	LE (mts)	K	F.S	Qtot. (m3/h)	Qsim (m3/h)	PCT (Mcal/h)	V (m/s)	ΔP (pa)	ΣΔP (pa)	ΣΔP (mbar)	
DPTO	A-B	1	2025	2	18.80	22.56	1,800	1.00	2.74	2.74	26	2.42	103.593	103.593	1.036	
203AL	B'-C	PEALPE	1620	1.6	2.30	2.76	1,800	1.00	1.9	1.9	18	2.62	18.537	122.130	1.221	Terma
2003	B-D	PEALPE	1620	1.6	3.70	4.44	1,800	1.00	0.84	0.84	8	1.16	5.891	109.483	1.095	Cocina

Nota: Esta tabla muestra la memoria de cálculo para determinar el diámetro de la red de alimentación en Baja Presión para Gas Natural. Asimismo, la Perdida ΔP en Baja Presión es de 1.09 mbar resultando menor a los 5 mbar exige la Norma. Por lo que, el resultado obtenido es aceptable

Tabla 27

Cálculos para Instalación Gas Natural Banco de 8 dpto. en Baja Presión (23mbar)

ITEM	TRAMO	TUBERIA	Ø (pulg)	Ø (cm)	L (mts)	LE (mts)	K	F.S	Qtot. (m3/h)	Qsim (m3/h)	PCT (Mcal/h)	V (m/s)	ΔP (pa)	ΣΔP (pa)	ΣΔP (mbar)	
DPTO	A-B	1	2025	2	29.70	35.64	1,800	1.00	2.74	2.74	26	2.42	163.655	163.655	1.637	
204AL	B'-C	PEALPE	1620	1.6	2.30	2.76	1,800	1.00	1.9	1.9	18	2.62	18.537	182.192	1.822	Terma
2004	B-D	PEALPE	1620	1.6	6.10	7.32	1,800	1.00	0.84	0.84	8	1.16	9.711	173.366	1.734	Cocina

Nota: Esta tabla muestra la memoria de cálculo para determinar el diámetro de la red de alimentación en Baja Presión para Gas Natural. Asimismo, la Perdida ΔP en Baja Presión es de 1.73 mbar resultando menor a los 5 mbar exige la Norma. Por lo que, el resultado obtenido es aceptable

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

Para el objetivo general del “Análisis y diseño de instalaciones de gas natural, del proyecto multifamiliar pando empleando norma EM 040 del R.N.E. en el distrito de Cercado de Lima - 2021”, se siguió los lineamientos del R.N.E. EM 040 y las N.T.P 111.011, N.T.P 111.022, NTP 111.023

Bajo los términos de estas normas se analizó la arquitectura del Proyecto Multifamiliar Pando para diseñar las instalaciones del sistema de gas natural.

Las normas determinan los requisitos mínimos con los que debe contar una construcción y diseño en la que se quiera la instalación de un sistema de gas natural. Considerado, que estas nos sugieren que la ubicación del gabinete y los equipos de regulación y medición tienen que estar ubicados en lugares secos y ventilados resguardados de la intemperie, se decide colocar estos equipos por cada piso en pasadizos comunes, que cuentan con comunicación directa con el exterior mediante ventanales.

Asimismo, Se verifica que los artefactos que requieren gas ubicado en la cocina y la lavandería, son ambientes que tienen comunicación directa con el exterior (patios y ductos de ventilación) a través de puertas y ventanas, por las que, se permite la circulación libre y espontánea del aire de combustión, renovación y dilución requerido por los artefactos a gas instalados en los ambientes.

Después de este análisis y verificándose que la arquitectura del proyecto multifamiliar Pando, Cumplió con los requisitos solicitados por Norma Técnica de Edificación EM 040 Instalaciones de gas y las N.T.P 111.011, N.T.P 111.022, N.T.P 111.023 se realizó el desarrollo del diseño del sistema de gas natural.

Para el logro del primer objetivo se determinaron que las consideraciones técnicas de la norma EM040 es con referencia a los requerimientos técnicos que deben considerarse en

todo diseño y construcción de una edificación, afín de obtener un adecuado funcionamiento de sus instalaciones, una adecuada ventilación y evacuación de los productos de la combustión.

Por lo que, siguiendo sus requerimientos técnicos, seguimos los siguientes criterios de diseño:

- **Ubicación e instalación del gabinete, equipos de regulación y medición:** como ya se ha mencionado, se pensó conveniente ubicar los gabinetes, los equipos de regulación y medición por piso, en pasadizos comunes que cuentan con una adecuada ventilación para la circulación del aire. Obteniendo de esta manera una caída de presión en montante: 14.58 mbar menor a al 20% de la presión inicial cumpliendo con la norma.
- **La ventilación y aire para la combustión en ambientes donde se instalen los artefactos a gas:** La cocina y lavandería, nos resultaron ambientes confinados con un volumen de recinto interior menor a 4,8 m³/KW de potencia nominal de todos los artefactos a gas instalados, optándose por el método de ventilación, comunicación directa con el exterior, a través de dos aberturas permanentes, con este método se logró conocer el área libre mínima de cada rejilla 500 cm², a fin de determinar sus medidas, las que consideramos 1.56 m x 0.20 m y 0.38 m x 0.32 m en ventanas y alfeizar de la cocina o lavandería.
- **La evacuación de los productos de la combustión:** se diseña de acuerdo al tipo del calentador (tipo B tiro natural) y su potencia nominal (24 kW), asimismo, como la lavandería cuenta con comunicación al exterior, se opta para la evacuación de gases a través un conector rígido y resistente a la corrosión. Los cálculos resultaron valoraciones globales mayores a +1, garantizando la capacidad de evacuación de los gases de combustión, con un diámetro de conector de 6”.

Para el segundo objetivo se logró determinar las consideraciones técnicas especificadas en la Norma N.T.P. 111.011, N.T.P. 111.022 y N.T.P. 111.023 con los siguientes resultados:

Consideraciones técnicas de la norma NTP:111.011 son con referencia al sistema de tuberías para instalaciones internas y otros componentes, desde la salida de válvulas hasta los puntos de conexión de los artefactos a gas de uso residencial o comercial.

Se determinó para nuestro diseño de instalaciones de gas del Proyecto Multifamiliar Pando, un sistema de regulación en dos etapas, puesto que, el empleo, demanda y características de diseño de nuestro proyecto, se adecuan a esta etapa como lo muestra la siguiente la tabla.

Tabla 28:

Criterios de diseño para establecer el Sistema de Regulación

Sistema de regulación	Criterios de diseño según Tabla A-1 (N.T.P. 111.011 (2014))	Características del multifamiliar Pando
Dos etapas	1. El número de usuarios es alto.	1. Total, de departamentos 50
	2. El consumo puede aumentar en un corto o mediano plazo.	2. Se estima que es poco probable que el consumo de gas aumente considerablemente en un corto o mediano plazo
	3. La distribución de los puntos es dispersa.	3. El punto de distribución del gas es por piso del 2do al 20vo nivel
	4. El cálculo para un sistema de única etapa arroja un diámetro de tubería muy grande.	4. Se presenta variación de presiones debido a que la distribución del gas es por piso o niveles.
	5. La longitud total del sistema de tuberías es relativamente largo	5. La altura del proyecto multifamiliar para 20 pisos

Nota: La presente tabla compara las características que presenta el Proyecto Multifamiliar Pando con los criterios de diseño establecidos por la norma, afín de definir el sistema de regulación a emplear en el proyecto. Adaptada de NTP 111.011 (2014) – TABLA A-1

El suministro de Gas natural será realizado por la Empresa Concesionaria de distribución a una presión de Servicio de 5 Bar de acuerdo con lo estipulado por la Norma NPT.

Al ingreso del Edificio se coloca caja de acometida General con la válvula de corte del Primer Regulador de Presión en la Primera Etapa, el cual, reducirá la presión 4-5 Bar a un valor de 340 mbar.

En nuestro proyecto se consideran 50 suministros individuales del 1ero al 20vo piso en bancos de medidores por piso, estos están ubicados en pasadizos comunes que cuentan con una adecuada ventilación para la circulación del aire. Asimismo, se distribuyen de la siguiente manera:

- 4 Bancos de 3 medidores
- 4 bancos de 4 Medidores
- 11 Bancos de 2 medidores

La línea montante de distribución a los bancos de medidores será de 340mbar con tubería de cobre de 1 ¼ y 1” Φ tipo K. en estas se obtuvieron pérdidas de presión menores al 20% de la presión inicial.

La alimentación de gas natural a cada departamento es con tubería Pealpe 2025 y Pealpe 1620 de baja presión nominal de 23 mbar, estas correrán por los pasillos de piso hasta los departamentos en todos los niveles del edificio, para alimentar a los equipos de cocina y calentador de agua conforme lo establece el Reglamento Nacional de Edificaciones. Asimismo, se considera en cada departamento la colocación de llaves de paso, de control y el empotramiento de las tuberías en muros y pisos.

Mediante los cálculos, se obtuvo un caudal total de 24.5m³/h por lo que, en primera etapa de regulación, se le asigna un regulador tipo B25.

Tabla 29:

Características de regulador asignado en 1era Etapa

Tipo de regulador	Caudal	Presión de entrada	Presión de Salida
B25	25 m ³ /h	4-5 bar	340 mbar

Nota: La presente tabla muestra las principales características del Regulador de Presión en Primera Etapa. Adaptada de Calidda (2009)

Asimismo, en la segunda etapa de regulación se estimaron caudales entre: 5.57 m³/h, 4.87 m³/h, 4.23 m³/h, asignándoles un regulador con un consumo de hasta 6 m³/h y un medidor modelo G4 por cada gabinete cuádruple, triple y doble.

Tabla 30:

Características de regulador asignado en 2da Etapa

Tipo de regulador	Caudal	Presión de entrada	Presión de Salida
-	6 m ³ /h	0-0,5 bar	23 mbar

Nota: La presente tabla muestra las principales características del Regulador de Presión en Segunda Etapa. Adaptada de Calidda (2009)

Las consideraciones técnicas de la norma N.T.P. 111.022 son con referencia a la ventilación de recintos interiores que albergan a los artefactos a gas para uso residencial o comercial; para el uso de esta norma se tiene en consideración el tipo de artefactos a gas, que serán instalados en nuestro proyecto. Se consideran dos tipos de artefactos a gas cocinas de tipo A, cuyo consumo estimado es de 8 Mcal/h y calentadores de agua o termas de tipo B con un consumo estimado de 18 Mcal/h.

Los ambientes de cocina y lavandería se consideran como parte de un mismo espacio, puesto que, se encuentran comunicados por una abertura permanente mayor a 1.5 m², que solicita la norma “Dos locales se consideran como uno solo a efectos de instalaciones de

aparatos de gas y diseño de ventilaciones, si se comunican entre sí mediante una o varias aberturas permanentes cuya superficie libre total sea como mínimo 1,5 m²” (N.T.P. 111.022, 2008, p3).

En nuestros cálculos se determinaron que todos los ambientes que contienen los artefactos a gas son confinados, puesto que el volumen de los ambientes es menor a 4,8m³/h de potencia nominal agregada de todos los artefactos a gas, por lo que, se requiere dos aberturas una superior y otra inferior con un área libre mínima de 500 cm² por cada una, donde se podrán instalar rejillas para la introducción de aire adicional al espacio confinado desde el exterior, puesto que, estos ambientes tienen comunicación directa con el exterior a través de ductos de ventilación. Asimismo, se consideran aberturas con rejillas de 1.56 m x 0.20 m en ventanas y 0.38 m x 0.32 m alfeizar en la cocina o lavandería.

Las consideraciones técnicas de la norma N.T.P. 111.023 son con referencia a la evacuación de los productos de la combustión, en nuestro caso, generados por los artefactos Cocina Tipo A y calentador Tipo B de 24 kW de potencia nominal, instalados en los recintos interiores del proyecto.

Tabla 31:

Descripción de los tipos de artefactos:

Tipo	Descripción
Tipo A (Cocina)	Para ser usado sin conexión a un conducto de evacuación de los productos de la combustión.
Tipo B (Calentador)	para ser usado con conexión a un sistema de conducto de evacuación

Nota: Esta tabla muestra el tipo de artefacto que puede ser usado con o sin conexión a un conducto de evacuación, para la expulsión de los productos de combustión que emiten dichos artefactos. Adaptada de N.T.P. 111.023 (2008).

Como se observa en la Tabla 31, solo el calentador necesita ser acoplado a un sistema a evacuación, teniendo en consideración que el ambiente que contiene el calentador tiene conexión directa con el exterior y la potencia nominal del mismo resulta de 24 kW, determinamos el diámetro de conector que según Tabla 32, debe tener un diámetro mínimo de 125 mm. Para nuestro caso determinamos para todos los conectores del proyecto un diámetro de 6 pulgadas, que garantizan una adecuada evacuación de los productos de la combustión. Asimismo, este conector debe ser metálico, liso en su interior, rígido y con resistencia a la corrosión capaz de soportar temperaturas hasta 250°.

Tabla 32:

Diámetro del conector de evacuación directa al exterior para artefactos Tipo B

Potencia nominal del artefacto	Diámetro interior mínimo del conector de evacuación a nivel del mar (en mm)
$P \leq 11,5 \text{ kW}$	90
$11,6 \text{ kW} < P < 17,5 \text{ kW}$	110
$17,6 \text{ kW} < P < 24,0 \text{ kW}$	125
$24,1 \text{ kW} < P < 31,5 \text{ kW}$	139
$31,5 \text{ kW} < P$	175

Nota: Esta tabla muestra los diámetros mínimos de los conectores de evacuación conforme a las potencias nominales que presentan los artefactos a gas. Tomado de NTP 111.023 (2008).

Este sistema de evacuación directa al exterior debe de cumplir con distancias mínimas de ventanas, puertas y aberturas de ventilación, tal como lo indica la tabla siguiente, para que su funcionamiento sea conforme a lo que indica la normatividad y no ocurra una exposición de ambientes interiores a los productos de combustión.

Tabla 33:

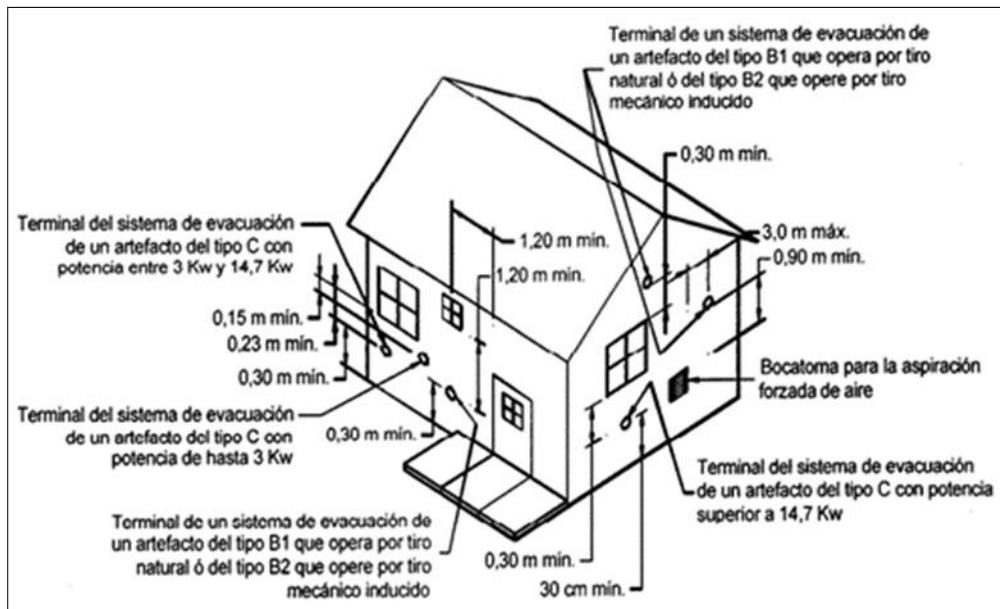
Distancias mínimas para instalar extremos terminales

Lugares de referencia	Distancia mínima al extremo terminal o sombrerete en metros
Ventanas ubicadas en la parte superior del sombrerete	1,2
Ventanas ubicadas en la parte inferior del sombrerete	0.3
Puertas ubicadas en las partes laterales del sombrerete	1,2
Al piso del recinto	0.3

Nota: Esta tabla muestra textualmente las distancias mínimas de extremos terminales o sombreretes, de los sistemas de evacuación, de los productos de la combustión, con ventanas y puertas. Tomado de N.T.P. 111.023 (2008).

Figura 20:

Distanciamiento de extremos terminales y aberturas en una edificación.



Nota: Esta figura es complementaria a la Tabla 34, puesto que, en ella, se muestra esquemáticamente las distancias mínimas de extremos terminales o sombreretes, de los sistemas de evacuación, de los productos de la combustión, con ventanas y puertas. Tomado de N.T.P. 111.023 (2008).

Para el logro del tercer objetivo se deduce que es frecuente confundirse en el desarrollo de los diseños de gas natural, puesto que, es necesario seguir reglas y lineamientos especificados por las normas competentes de esta especialidad. Se sugiere seguir una secuencia de pasos durante todo el proceso, por lo que proponemos una metodología para analizar y diseñar las instalaciones de gas natural para un proyecto multifamiliar:

Paso 1: Analizar la arquitectura, conforme a norma N.T.P. 111.011(2014) Tabla A1 (Pg. 46).

Con el fin de ubicar el banco de medidores y elegir el sistema de regulación para el diseño de las instalaciones de gas natural.

Figura 21:

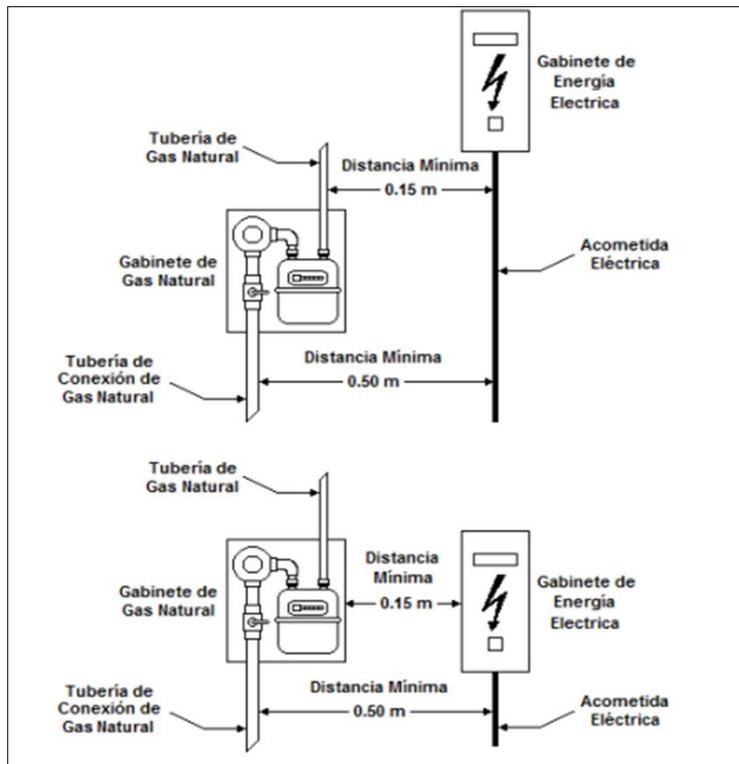
Criterios de diseño para definición del Sistema de Regulación.

SISTEMA DE REGULACION	CRITERIOS DE DISEÑO
Única etapa	<ol style="list-style-type: none"> 1. Muy pocos usuarios. 2. El potencial de incremento en el consumo es bajo. 3. Las distancias no son demasiado extensas. 4. Los cálculos para su dimensionamiento no arrojan diámetros de tubería grandes. 5. Otros que la Entidad Competente pueda solicitar.
Dos etapas	<ol style="list-style-type: none"> 1. El número de usuarios es alto. 2. Se prevé que el consumo puede aumentar en el corto o mediano plazo. 3. La distribución de los puntos es dispersa. 4. El cálculo para un sistema de única etapa arroja un diámetro de tubería muy grande. 5. La longitud total de sistema de tuberías es relativamente largo. 6. Otros que la Entidad Competente pueda solicitar.
Tres etapas	<ol style="list-style-type: none"> 1. El número de usuarios es muy alto. 2. Existe incertidumbre sobre el crecimiento del consumo a mediano plazo, pero por el número de usuarios se evidencia va a ser alto. 3. Dentro de los usuarios no existe un solo promedio de consumo (hay puntos de consumo muy altos y puntos de consumo muy bajos). 4. El cálculo para un sistema de dos etapas arroja un diámetro de tubería muy grande. 5. La longitud total de sistema de tuberías es relativamente largo. 6. Conversión de GLP a Gas Natural de un multifamiliar con el propósito de aprovechar el sistema de tuberías ya instalada. 7. Otros que la Entidad Competente pueda solicitar.

Nota: Esta es una tabla de criterios de diseño para la elección del tipo del sistema de regulación en todo proyecto de Instalaciones de Gas Natural, para uso Residencial y Comercial. Asimismo, es denominada Tabla A-1 y es tomada de NTP 111.011 (2014).

Figura 22:

Distancia mínima entre tuberías de gas y acometida eléctrica



Nota: Este esquema muestra las distancias mínimas entre acometidas del sistema eléctrico y tuberías de conexión de gas natural. Tomada de N.T.P. 111.011 (2014)

Tabla 34:

Presiones para el ensayo de hermeticidad y de resistencia a la presión

Presión de Operación en la tubería	Presión mínima de ensayo	Tiempo mínimo de ensayo
$P \leq 13.8 \text{ kPa}$ ($P \leq 2 \text{ psig}$) ($P \leq 136 \text{ mbar}$)	55,2 kPa (8 psig) (544 mbar)	10 minutos
$13,8 \text{ kpa} < P \leq 34,5 \text{ kpa}$ ($2 \text{ psig} < P \leq 5 \text{ psi}$) $138 \text{ mbar} < P \leq 340 \text{ mbar}$	207 kPa (30 psig) (2,1 bar)	1 hora

Nota: La presente tabla indica las condiciones generales para el ensayo de resistencia a la presión y hermeticidad, con tiempos mínimos de ensayo entre 10 minutos a 1 hora, que deben probarse al finalizar la instalación de todo el sistema de gas natural, afín de resultados satisfactorios en la puesta en marcha de la instalación. Tomado de N.T.P. 111.011 (2014)

Tabla 35:

Presiones para el ensayo de hermeticidad y de resistencia a la presión

Presión de Operación en la tubería	Presión mínima de ensayo	Tiempo mínimo de ensayo
$P \leq 13.8 \text{ kPa}$ ($P \leq 2 \text{ psig}$) ($P \leq 136 \text{ mbar}$)	82 kPa (12 psig) (827 mbar)	5 minutos
$13,8 \text{ kpa} < P \leq 34,5 \text{ kpa}$ ($2 \text{ psig} < P \leq 5 \text{ psi}$) $138 \text{ mbar} < P \leq 340 \text{ mbar}$)	207 kPa (30 psig) (2,1 bar)	1 hora

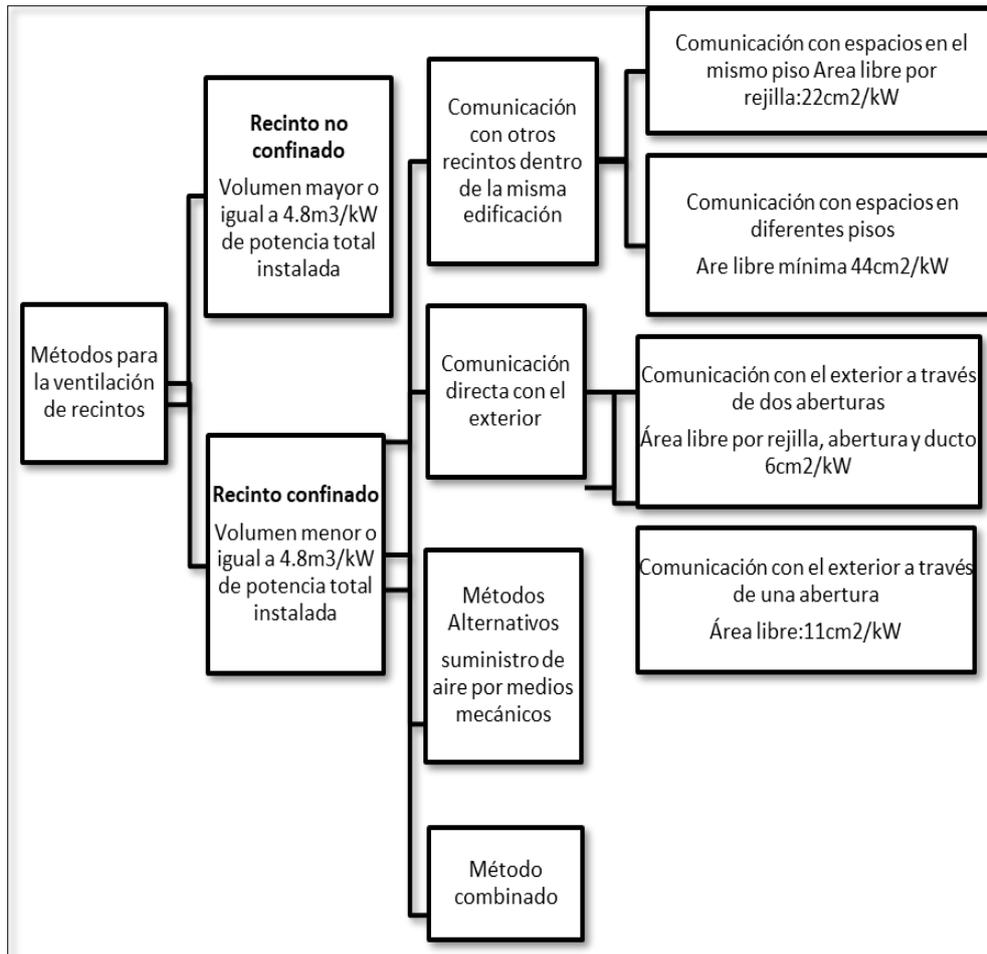
Nota: La presente tabla indica las condiciones generales para el ensayo de resistencia a la presión y hermeticidad, con tiempos mínimos de ensayo entre 5 minutos a 1 hora, que deben probarse al finalizar la instalación de todo el sistema de gas natural, afín de resultados satisfactorios en la puesta en marcha de la instalación. Tomado de N.T.P. 111.011 (2014).

Paso 2: Determinar el método de ventilación, conforme a la N.T.P.111.022-2008 (Pg.7 -13) y E.M.040 (5.22 - 5.23).

Para establecer el flujo de aire permanente en los ambientes interiores, debe conocerse si estos son confinados o no. A continuación, se presenta un resumen de los métodos de ventilación de la N.T.P. 111.022.

Figura 23:

Resumen de Métodos de Ventilación



Nota: En el presente esquema se aprecia un resumen de los diferentes métodos de ventilación a emplear conforme a las necesidades que se presenten en todo proyecto de instalaciones de gas natural. Adaptado de N.T.P. 111.022 (2008).

Paso 3: Diseño y distribución de tuberías a gas en el plano planta (ver Anexo 1, 2, 3) empleando la N.T.P. 111.011 (Pg.23 -27).

Definido el sistema de regulación, la ubicación de los gabinetes y los bancos de medidores, realizamos el trazado del recorrido de las redes de distribución del gas natural.

Paso 4: Cálculo del conducto de evacuación, conforme a la N.T.P. 111.023.

Para definir la evacuación de los productos de la combustión, se debe conocer el tipo de artefacto a instalar y su potencia nominal, con forme a ello, se determinará si este deber se conectado o no a un conducto de evacuación para la expulsión de los gases.

Figura 24:

Tipos de artefactos a gas y su relación con los Métodos de Evacuación.

TIPO	DESCRIPCION
A	Artefactos que no requieren ser conectados a conductos para la evacuación de los productos de combustión de gas, teniendo en cuenta los requerimientos de ventilación.
B	Artefactos diseñados para ser conectados a conductos de evacuación para la evacuación de los productos de combustión del gas, hacia la atmósfera exterior. El aire de combustión se obtiene directamente del recinto donde están instalados los artefactos según los requerimientos de ventilación. Se distinguen dos clases de artefactos del Tipo B: Tipo B.1: Artefactos para conductos de evacuación por tiro natural. Tipo B.11: Artefactos provistos de un dispositivo de control de evacuación de los productos de la combustión. Tipo B.2: Artefactos para conductos de evacuación por tiro mecánico.
C	Artefacto con sistema de combustión sellado o de cámara estanca. Se distinguen tres clases de artefactos del Tipo C: Tipo C1: Artefactos con sistema de combustión sellado o de cámara estanca, conectados directamente con la atmósfera exterior mediante dos conductos de flujo balanceado (conductos concéntricos, uno para la admisión de aire y el otro para la evacuación de los productos de la combustión). Tipo C2: Artefactos con sistema de combustión sellado o de cámara estanca, conectados directamente con la atmósfera exterior mediante un solo conducto, que sirve simultáneamente para admitir aire y evacuar los productos de la combustión. Tipo C3: Artefactos con sistema de combustión sellado o de cámara estanca, conectados directamente con la atmósfera exterior, mediante dos conductos independientes; uno para la evacuación de los productos de combustión y el otro para la admisión de aire fresco.

Nota: Esta figura describe los tipos de artefactos a gas A, B y C y su relación con los métodos que se emplean para la evacuación de los productos de combustión. Tomada de N.T.P. 111.023 (2008)

Figura 25:

Valoración de conector de evacuación a nivel del mar

Aspecto	Puntos Unitarios	Cantidad	Puntos (-)	Puntos (+)	Valoración Global
* Ganancia de Cota:	+1,0 ^{**}				
Componentes de conector:					
 Codo Mayor que 45° y no superior a 90° (vertical - horizontal).	-2				
 Codo no superior a 45° (vertical ascendente).	-1				
 Codo Mayor que 45° y no superior a 90° (No vertical - No ascendente).	-2				
 Codo no superior a 45° (No vertical - No ascendente).	-1				
 Codo Mayor que 45° y no superior a 90° (horizontal - vertical).	-0,3				
 Codo no superior a 45° (horizontal ascendente).	-0,1				
 Por cada metro de longitud de los tramos rectos verticales u horizontales del conector.	-0,5				
 Deflector de modelo aceptado.	-0,3				
TOTAL PUNTOS					

(*) Por cada 10 cm de cota total (H) ganada en el conector por cualquier concepto.

(**) Este valor para altitudes diferentes a la del nivel del mar, se debe afectar por el siguiente factor $[0,85 \cdot (P2/P1)]$ donde P1: presión atmosférica a nivel del mar y P2: presión atmosférica en el sitio de la instalación.

Nota: Este esquema se observa la valoración del conector de evacuación a nivel del mar. Se emplea para el cálculo del conector del sistema de evacuación de los productos de la combustión en comunicación directa con el exterior. Tomado de NTP 111.023 (2008).

Paso 5: Representación isométrica de la distribución del sistema de gas natural con sus respectivas longitudes, accesorios, artefactos. (Ver Anexo 4).

Paso 6: Cálculo para el dimensionamiento de las tuberías a gas (Ver Tabla 23, 24, 25, 26, 27, 28) conforme N.T.P. 111.011 -2014 (p. 20-21)

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Podemos concluir que el objetivo principal de las normas de gas EM 040 , N.T.P. 111.011, N.T.P. 111.022, N.T.P. 111.023, es el correcto funcionamiento del sistema en instalaciones internas, residenciales y comerciales, buscando garantizar la seguridad, en su uso como combustible doméstico, Por lo que, contiene fundamentos básicos para el diseño de los principales sistemas que las conforman, tanto para la ventilación de los recintos que contienen los artefactos a gas y la evacuación de los productos de la combustión emitidos por dichos artefactos.

En consecuencia, es importante seguir sus recomendaciones técnicas en la construcción de una edificación que proyecte instalar redes de gas de media y baja presión.

Se concluye que las normas las N.T.P. 111.011 permite dotar a los profesionales encargados de esta especialidad criterios, que permitan diseñar sistemas de tuberías para instalaciones internas, residenciales y comerciales de gas, con diámetros resistentes a presiones de media y baja presión, a fin de evitar fugas y colapso del sistema, por lo que, siguiendo los lineamientos establecidos en esta norma, se garantizan el funcionamiento adecuado de todo diseño de tuberías de distribución de gas natural en edificaciones residenciales y comerciales incluyendo el edificio multifamiliar PANDO.

Con esta norma N.T.P. 111.022 determinamos el método adecuado a emplear de ventilación, dilución y renovación de los productos de la combustión producidos por los artefactos a gas a instalarse en las edificaciones, como también, las condiciones de confinamiento y no confinamiento de los ambientes, que albergan dichos artefactos a gas.

Se concluye que, para el sistema de gas natural, uno de los aspectos relevantes a considerar, es el diseño de evacuación de los productos de la combustión mediante sistemas colectivos e individuales, con dimensionamientos establecidos mediante los cálculos propuestos en ella, el cual, se determina mediante la norma N.T.P. 111.023 a fin de garantizar

la expulsión de los productos de la combustión hacia la atmósfera exterior, generados por los artefactos tipo B y tipo C.

Gran parte de un resultado exitoso de un proyecto de instalaciones de gas radica en la elaboración del diseño; sin embargo, se presentan dificultades para la aplicación de las normas correspondientes, puesto que, es un sistema que se aplican en construcciones con diversas características constructivas atípicas, en las que se tiene que seguir pautas y recomendaciones sugeridas en las normas competentes a este sistema, siendo, importante seguir una metodología que indique una ruta de evaluación y elaboración de un sistema de gas.

RECOMENDACIONES

Coordinar con las especialidades de ingeniería y arquitectura con el fin de mejorar los diseños de espacios necesarios, para la instalación de gas en edificios multifamiliares. Asimismo, el diseñador de la arquitectura debe de contemplar en su diseño las sugerencias de las normas de gas, para la ubicación de los artefactos, ubicación del banco de medidores, sistemas de regulación y ventilación de los recintos y área destinada para la evacuación de los productos de la combustión.

Realizar las pruebas de hermeticidad y resistencia a la presión en las instalaciones internas, conforme a lo dictaminado en la N.T.P. 111.011 (p. 43).

Revisar las normas internacionales, para una mejor ampliación de los conocimientos y criterio a la hora de diseñar las instalaciones de gas natural.

Usar la metodología planteada en nuestro proyecto de tesis, a fin de ser empleada como guía para el desarrollo de un proyecto a gas natural en viviendas multifamiliares, asimismo, el uso de la norma EM 040, N.T.P. 111.011 y N.T.P. 111023 para el desarrollo de los cálculos de la línea montante, líneas individuales interiores, elección del tipo de método ventilación a emplear respectivamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Pontón Tomaselli, D. A. (2016) Incidencia de la Implementación del servicio de gas natural domiciliario en bajo alto://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/11974.
- Cabrera Beltrán, M. y Martínez Hernández, A. V. (2017) Diseño de la ampliación de la red de distribución de Gas Natural en el centro poblado San Antonio de Anónima (Trabajo de grado). Fundación Universidad de América. Retrieved from <http://hdl.handle.net/20.500.11839/6451>.
- Gonzales Carrillo, P. R (2016) Análisis de la incidencia en la implementación de la red de distribución del gas natural en las infraestructuras de las viviendas y edificaciones del parque industrial del distrito de Wanchaq aplicando la norma técnica peruana NTP111.021.
- López García, P. A., & López García, C. J. (2020). Análisis de factibilidad para el diseño y construcción de instalaciones de gas natural en viviendas unifamiliares empleando el R.N. E. EM - 040, en el distrito de Trujillo - 2018.
- Delgado Martínez, K. S. (2021). Propuesta de programación de un proyecto de Instalación de Gas en viviendas multifamiliares usando la filosofía Lean Construcción”
- Coapaza Quispe, E.D (2015) “Análisis técnico - económico del uso del gas natural como alternativa energética en el sector residencial de la provincia de Arequipa”
- Flores Vega, F. R. (2017). Diseño de instalaciones de gas natural del edificio multifamiliar Gallese con el uso de las normas complementadas norma técnica E.M. 040 instalaciones de gas y norma técnica peruana (111.011- 2014).2016.
- Valdivia Trigoso, C. A. (2018). Diseño del Sistema de Gas Natural para un Hotel en la ciudad de Arequipa.
- Arroyo Huguet, Mercedes. «Gas En Todos Los Pisos. El Largo Proceso Hacia La generalización Del Consumo doméstico Del Gas». Scripta Nova: Revista electrónica

De geografía Y Ciencias Sociales, [en línea], 2007, Vol. 7,

<https://raco.cat/index.php/ScriptaNova/article/view/63941> [Consulta: Consulta: 27-11-2021].

Chávez Calcha, H.R (2011) Diseño de una Instalación de Gas Natural en un Edificio Multifamiliar

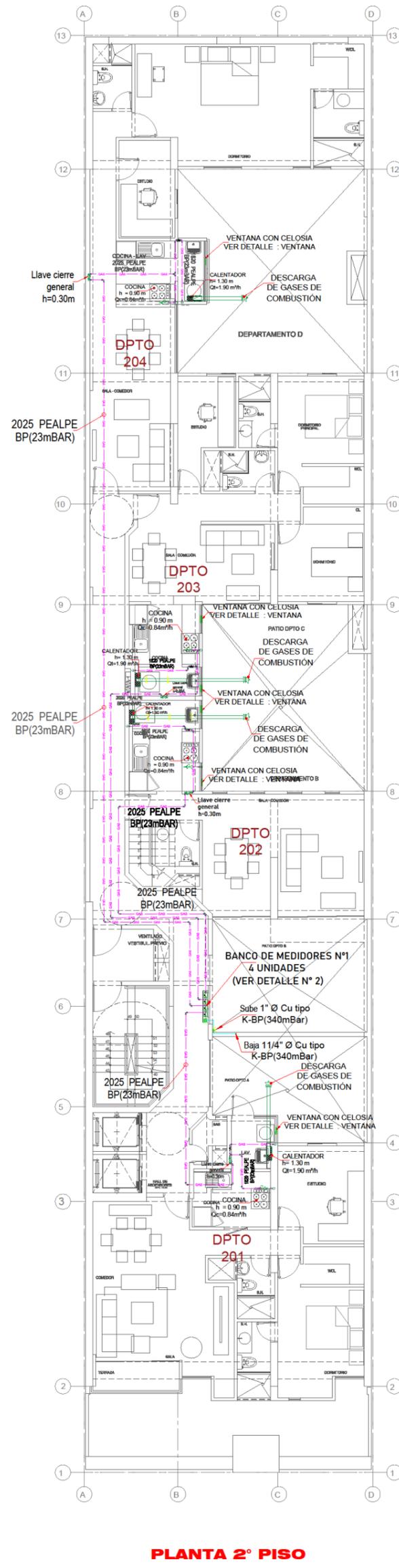
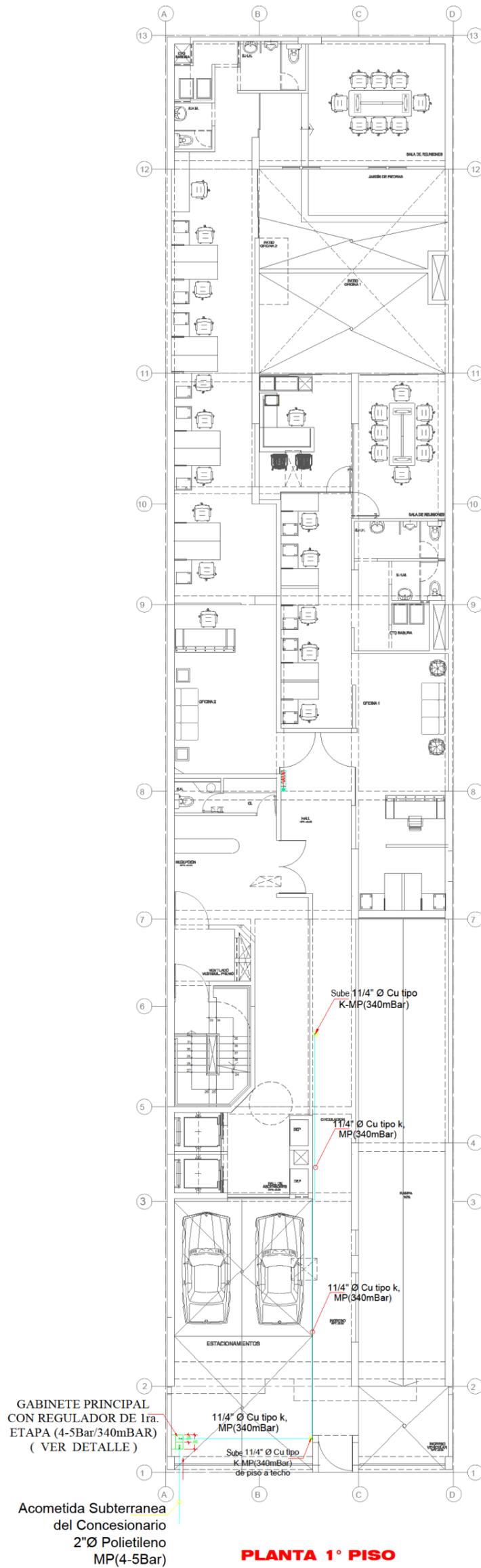
Veliz lila (2016) Impacto Socio- Económico del gas domiciliario en los hogares de la ciudad de el Alto, caso zona 16 de julio

Calidda (2009) Manual de instalaciones comerciales y residenciales

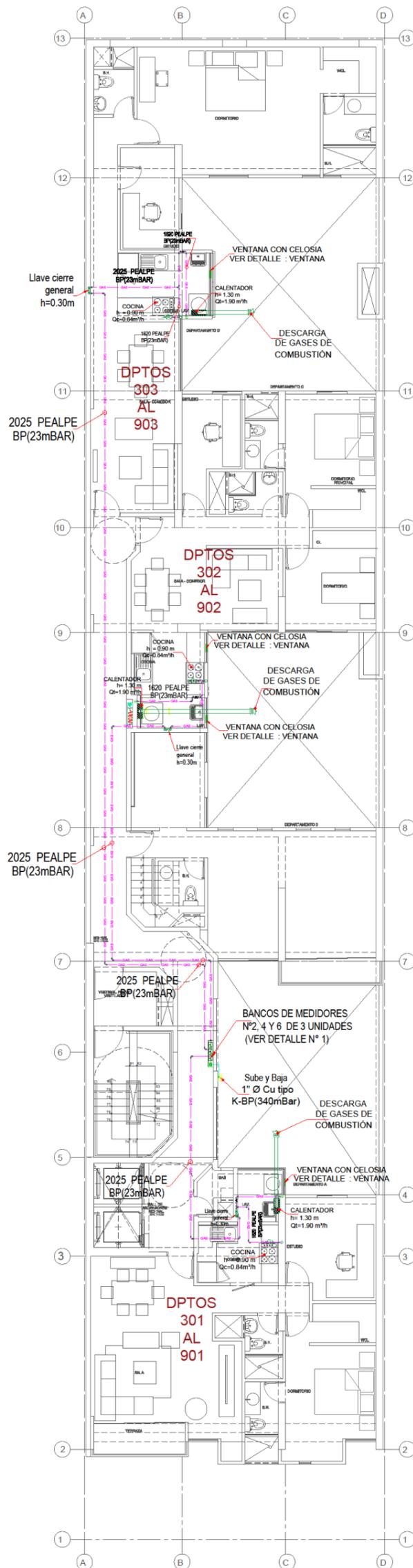
Ministerio de Viviendas (2018). Norma EM040 Instalaciones de gas. Perú.

ANEXOS

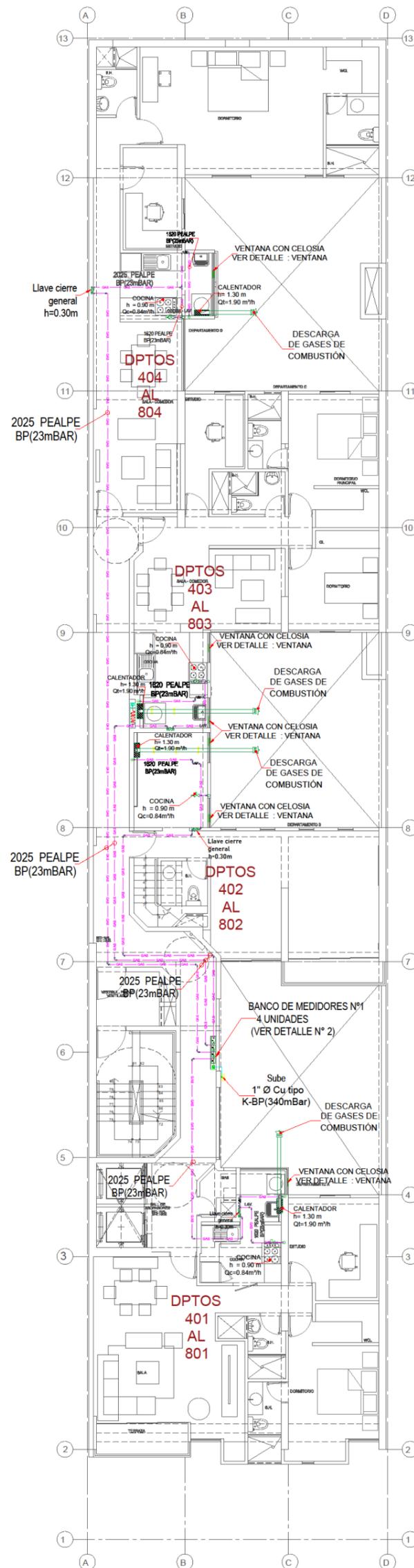
ANEXO 1: Plano de Instalaciones de Gas del 1° al 2° Piso (Vista en Planta)



ANEXO 2: Plano de Instalaciones de Gas del 3° al 9° Piso (Vista en Planta)

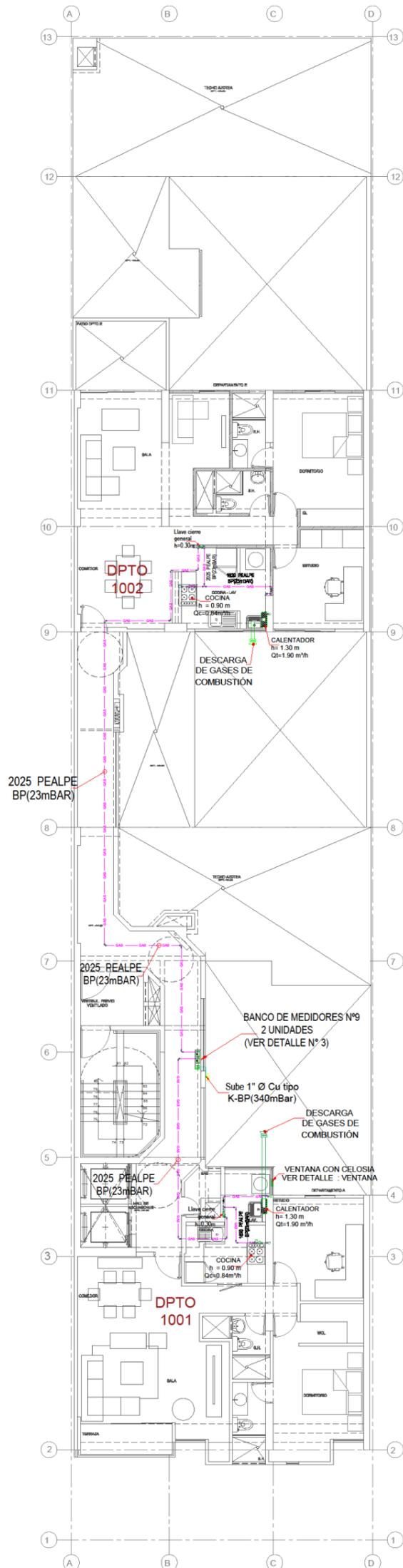


PLANTA 3°, 5°, 7° Y 9° PISO

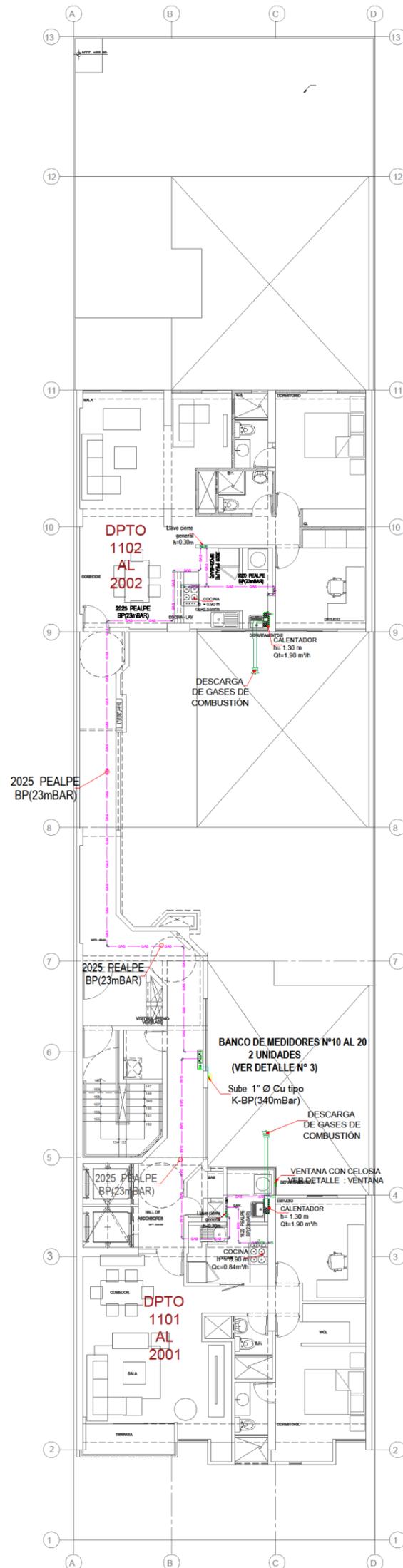


PLANTA 4°, 6° Y 8° PISO

ANEXO 3: Plano de Instalaciones de Gas del 10° al 20° Piso (Vista en Planta)

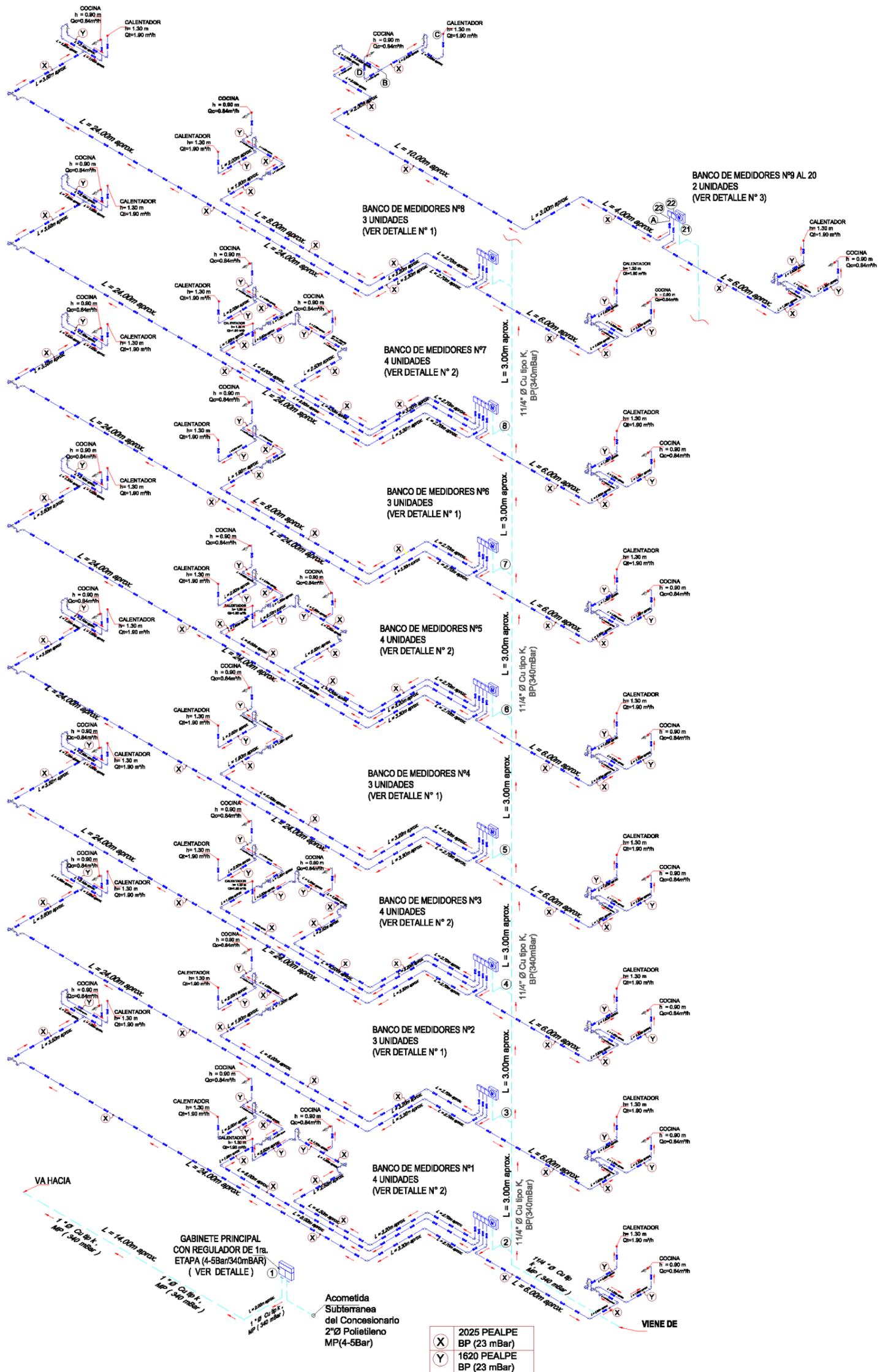


PLANTA 10° PISO

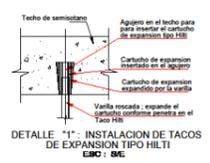
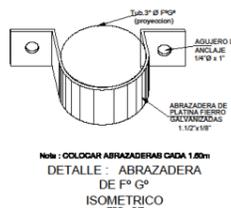
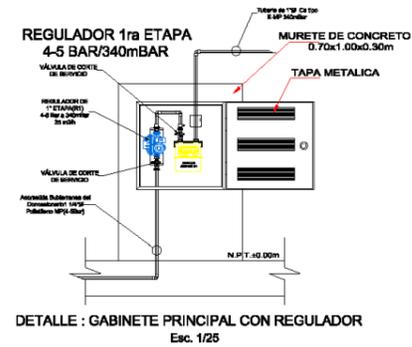
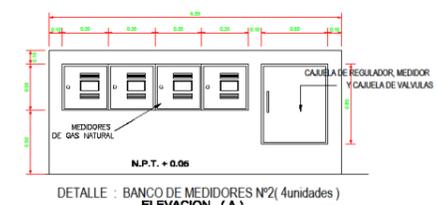
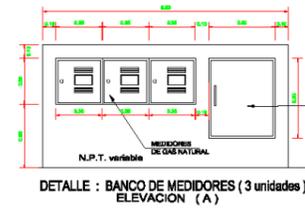
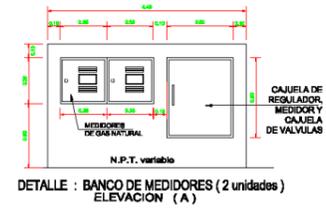
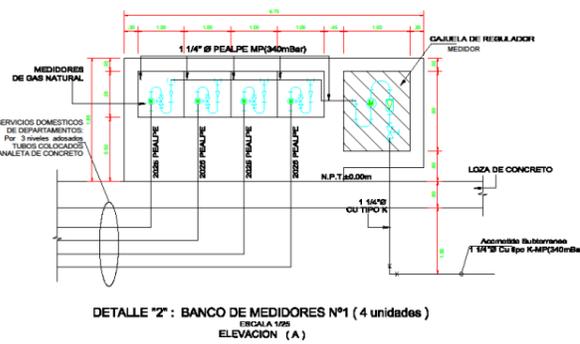
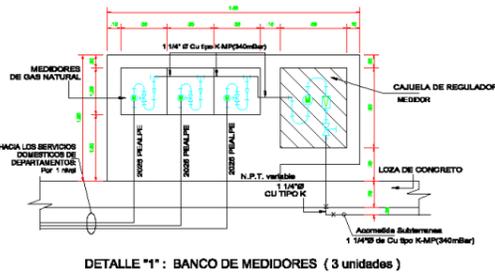
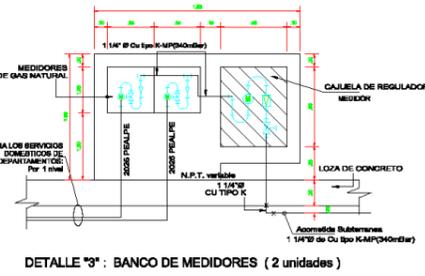
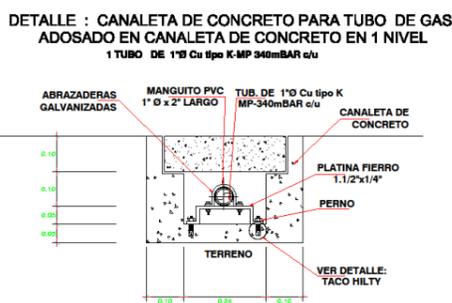
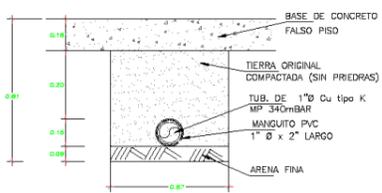
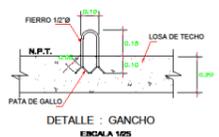
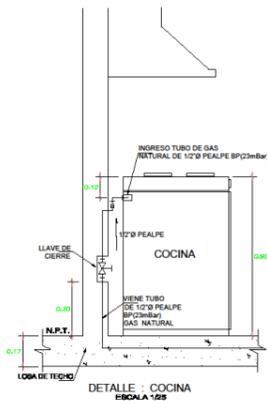
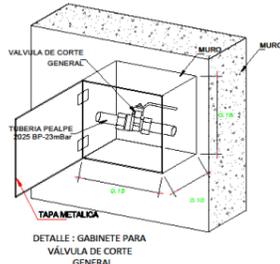
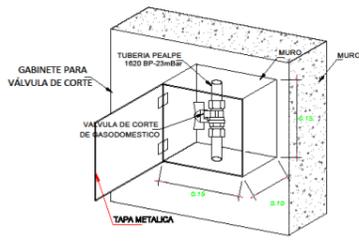


PLANTA TÍPICA 11° AL 20° PISO

ANEXO 4: Plano de Isométrico de Gas del 1° al 20° Piso



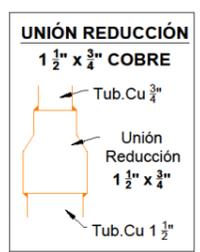
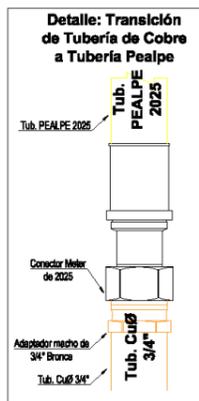
ANEXO 5: Plano de detalles de las Instalaciones de Gas del



- ACLARACIONES**
- GAS**
- TUBERÍAS DE COBRE SIN COSTURA, TIPO "K", MONTAJE INTERIOR DESDE BANCO DE MEDIDORES HASTA LOS PUNTO DE CONSUMO DE LA VIVIENDA
 - ACCESORIOS (CODO, TEE, UNIONES, REGULACIONES) DE COBRE FORJADO, JUNTAS DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS SOLDADOS POR PROCESO OPA-ACETILENO CON VARELLAS DE SOLDADURA DE PLATA AL 15 %
 - JUNTAS ROSCADAS COMO EN VÁLVULAS Y OTROS, LAS ROSCAS SERÁN CÓNICAS Y HERMETIZADAS CON COMPUESTO SELLADOR A BASE DE LITANGLIO
 - INSTALACION DE TUBERÍAS EN GENERAL, SERÁN VISIBLES, ADOSADAS A LAS PAREDES Y/O APOYADAS EN PISO CON SOPORTES DE PERFILES DE FIERRO (VER DETALLE) - DISTANCIAS MÁXIMO 1.50 m. ENTRE SOPORTES
 - CONDICIONES DE LLENADO EN GABINETE METÁLICO CLASE 120, CON PUERTA Y CHAPA, BORNE SUPLENIR FRENADO A FONDO DE TECHO
 - TUBERÍAS DE DISTRIBUCIÓN EN EL INTERIOR DE LOS AMBIENTES VISIBLES ADOSADAS A LAS PAREDES A 0.10 m POR DEBAJO DEL NIVEL DEL TECHO
 - MEDIDORES, REGULADORES DE PRESIÓN, MANÓMETROS, VÁLVULAS DE BOLA, VÁLVULA MÚLTIPLE (COMBINACIÓN DE VÁLVULA DE SALIDA CON VÁLVULA DE MÁXIMO FLUJO), VÁLVULA DE RETENCIÓN (CHECK LOCK VALVE) Y DE SEGURIDAD, SERÁN PRODUCTOS CERTIFICADOS PARA USO CON GAS COMBUSTIBLE
 - TUBERÍAS DE GAS, SEGÚN NORMA INTETEC 308.013, COLOR AMARILLO OCRE, IDENTIFICACIÓN DEL COLOR : INTETEC 30

LEYENDA

SIMBOLOS	DESCRIPCION
	BAJA CODO 90° (SOLDADO)
	SUBE CODO 90° (SOLDADO)
	BAJA TEE RECTA (SOLDADO)
	CODO 90° (SOLDADO)
	TEE RECTA (SOLDADO)
	TEE DE PRUEBA - CON TAPON ROSCADO (SOLD.)
	VÁLVULA DE PABO - TIPO BOLA
	REGULADOR DE 1ra ETAPA de 5bar / 340mBar
	REGULADOR DE 2da ETAPA de 340mBar/23mBar
	TUBERÍA DE MEDIA PRESION MAX. 340 mBar
	TUBERÍA DE BAJA PRESION MAX. 23 mBar EMPOTRADA



ANEXO 6: Ficha técnica de Terma de gas



DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD

- ✓ Válvula reguladora de gas.
- ✓ Presostato de humos.
- ✓ Válvula de alivio de presión.
- ✓ Termocupla para corte de gas en caso de que la llama del equipo se apague repentinamente.
- ✓ Sensor para evitar recalentamiento del agua (75° C).

PARÁMETROS TÉCNICOS

TERMA DE PASO CONTINUO TIRO NATURAL	
Modelo	JSD 20 A
Categoría II ₂₀₀₀	TIPO B1
Tipo de Gas	GN
Presión de Gas	18 - 23 mbar
Potencia Nominal	20 kw - 72 mj/h
Potencia Útil	18,6 kw - 64 mj/h
Presión de Agua	2 - 70 P.S.L.
Caudal Nominal	10 L/min

ETIQUETA ENERGÉTICA

ENERGÍA

Fabricante: Clasic
Modelo: JSD 20 A
Tipo de Artefacto: Calentador de agua a gas instantáneo
Tipo de gas: GLP GN

Más eficiente (Menor consumo): **A**

Menos eficiente (Mayor consumo): **G**

Eficiencia energética (%): **88**

Caudal de agua litros/minuto: 10
Potencia kw: 20

Compare este producto con otros de similares características.
Los resultados se obtienen aplicando los métodos de ensayo descritos en las Normas Técnicas Peruanas e Internacionales correspondientes.
Esta etiqueta no debe editarse del artefacto hasta que esta haya sido aceptado por el consumidor final.

ANEXO 7: Ficha técnica de Medidor Diafragma



Medidor tipo diafragma Metrix G4 (130 mm)

Medidor domiciliario con indicador mecánico



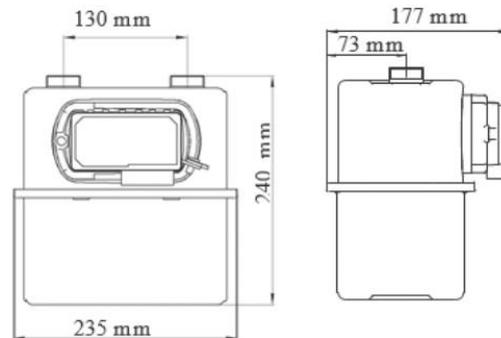
Medidor G4 130 mm

El medidor G4 está diseñado para uso en domicilios (comercios) donde el consumo de gas de todos los artefactos instalados no excede $6\text{m}^3/\text{h}$ de aire a una densidad de $1,2\text{kg}/\text{m}^3$.

El medidor G4 está adaptado para medir el consumo de gas natural y gas propano-butano (GLP).

Este medidor viene equipado con un emisor de impulsos NI-3 (1 imp = $0,01\text{ m}^3$), lo que le permitirá registrar los valores de consumo de gas.

Medidas



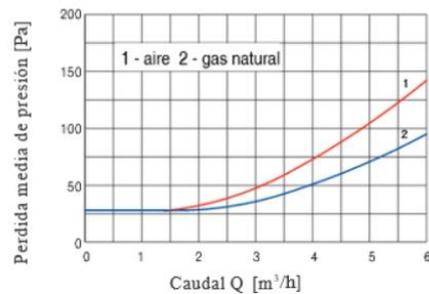
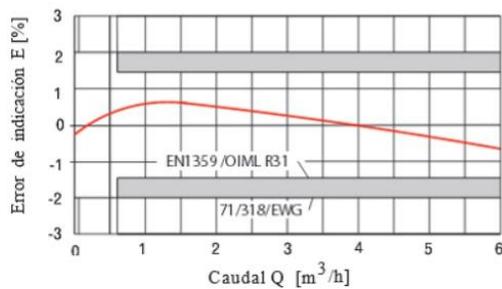
ANEXO 8: Ficha técnica de Medidor Diafragma (Continua Anexo 4)

desde la medición hasta la gestión de información

Datos técnicos

Caudal máximo	6 m ³ /h
Caudal mínimo	0,04 m ³ /h
Caudal nominal	4 m ³ /h
Volumen cíclico	1,2 dm ³
Presión máxima de trabajo	50 kPa (0,5 bar)
Indicación máxima	99999,999 m ³ /h
Caudal inicial	5 dm ³ /h
Resistencia al fuego 650°C según la norma EN 1359	10 kPa
Peso	2,75 kg
Temperatura de operación	de -25 a 55°C

Curvas de errores y de pérdida de presión



LA PAZ - c/ Loayza #349, entre Potosí y Mercado, Edif. Loayza, Piso 2, Of. 203; Tel.: 2-2201715; Fax: 2-2201755; Cel.: 72048268
 COCHABAMBA - c/ Venezuela #851 entre C. 16 de julio y Av. Oquendo; Tel.: 4-663346; Cel.: 7645804
 SANTA CRUZ - c/ Antonio Gaspar #3020, Esq. Tercer Anillo y Tres Pasos al Frente; Tel.: 3-3700980; Cel.: (+591) 75940717

Email: stilda203@gmail.com Web: www.sti-gas.com


STI LTDA
 SERVICIOS TÉCNICOS E IMPORTACIONES
 Proyectos de Combustión Industrial y Calefacción

ANEXO 9: Ficha técnica de Regulador de Presión de primera



Reguladores de presión - Serie ERG-SE

Los **reguladores de presión** de la serie ERG-SE son ampliamente utilizados en **instalaciones domiciliarias, comerciales e industriales** que utilizan **gas natural**, GLP o gases no corrosivos. El objetivo de estos reguladores es reducir la presión de entrada del gas de un máximo de 6 bar a un valor deseado de presión de salida de 19, 140 ó 300 mbar. El rango de presión de salida se puede ajustar a un valor de presión deseado por el cliente utilizando kits de resortes (**muelles**) dedicados (precio adicional). Los reguladores de presión tipo ERG-SE dependiendo del modelo son para diferentes caudales nominales y vienen en diferentes configuraciones.

Los reguladores **ERG-SE** de la marca **Eska Valve** vienen con filtro, con alivio por sobrepresión, bloqueos por sobrepresión y baja presión – válvula Shut-Off.

Datos técnicos



- Clase de presión: PN6
- Conector de entrada: esférico G 3/4"
- Conector de salida a elección: 7/8", 1", 1 1/4", 1 1/2", 2"
- Rango de presión de la entrada: Entre 0,5 bar y 6 bar
- Presión de la salida: 19 mbar, 140 mbar y 300 mbar (para otros valores consulte el precio con STI LTDA)
- Caudales: 6 / 10 / 15 / 25 / 30 / 50 / 60 m³/h
- Clase de precisión - Tolerancia de salida: AC 10 (± 10%)
- Tolerancia de cierre: SG20 (+20%)
- Rango de temperatura de funcionamiento: Entre -20°C y 60°C
- Configuraciones de conexión: versátiles
- Tiempo de cierre de seguridad: Menos de 1 segundo
- Materiales: Cuerpo y cubierta - Aluminio EN AC-46100; algunas partes internas - latón CuZn39Pb3, acero inoxidable, zamak, nylon, plástico POM; algunas partes externas – latón CuZn40Pb2, zamak, goma NBR; resorte - AISI 302



ANEXO 10: Ficha técnica de Regulador de Presión de Primera Etapa (Continua Anexo 9)

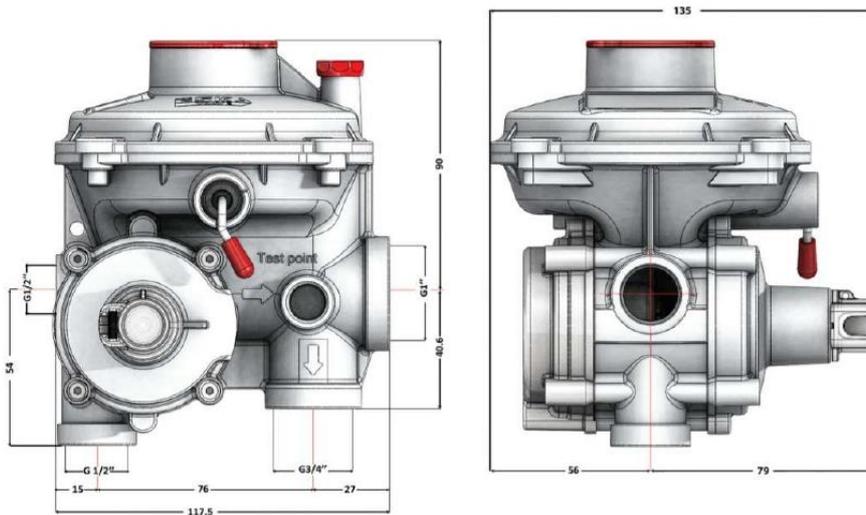
Modelos ofrecidos:

MODELO	Caudal nominal [Nm ³ /h]	Presión de salida P ₂ [mbar]	Conector de salida	Peso [kg]
ERG-SE 6 (B6)	6	19 / 140	A elección (dependiendo si el regulador será instalado en una montante de gas o directamente sobre el medidor de gas): 7/8", 1", 1 1/4", 1 1/2", 2"	1,15
ERG-SE 10 (B10)	10	19 / 140 / 300		
ERG-SE 15 (B16)	16	19 / 140 / 300		
ERG-SE 25 (B25)	25	19 / 140 / 300		
ERG-SE 30 (B30)	30	19 / 140 / 300		
ERG-SE 50 (B50)	50	19 / 140 / 300		
ERG-SE 60 (B60)	60	19 / 140 / 300		

Tipos de conexiones:



Dimensiones del regulador sin sus conectores:



LA PAZ – c/ Loayza #349, entre Potosí y Mercado, Piso 2, Of. 203; Tel.: 2-2201715; Fax: 2-2201755; Cel.: 72048268
 COCHABAMBA – c/ Venezuela #851, entre c/ 16 de Julio y Av. Oquendo; Tel.: 4-663346; Cel.: 7645804
 SANTA CRUZ – c/ Antonio Gaspar #3020 (a un lado del surtidor "3 Pasos al Frente"); Tel.: 3-3700980; Cel.: 72031638
 E-mail: stilda203@gmail.com Web: www.sti-gas.com



ANEXO 11: Ficha técnica de Regulador de Presión de Segunda Etapa



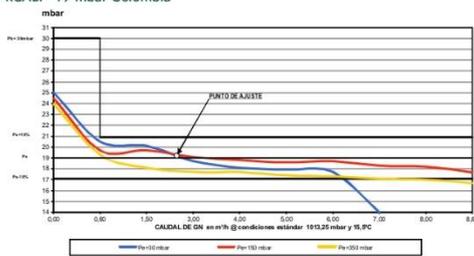
REGULADOR RCABP 19mbar

CARACTERÍSTICAS:

- Fabricado en aluminio inyectado con revestimiento en pintura electrostática. Posee filtro
- Proporciona un caudal alto con muy buena estabilidad en la presión de salida (19mbar ± 10%).
- El rearme es automático, cuando se normalizan las presiones de entrada y se garantiza la hermeticidad aguas abajo.
- Posee dispositivo de venteo que limita el flujo de desempeño (según NTC 3293) el cual permite utilizarlo en interiores
- Plástico y cauchos resistentes a los derivados del petróleo
- Actúa como regulador, válvula de sobrepresión y con sistema de corte por baja presión (entre 10 - 15 mbar)
- Temperatura de operación 0 y 51.5 °C

CURVA DE COMPORTAMIENTO

RCABP 19 mbar Colombia



Cód. Producto	Conexión	Entrada	Salida
411501		½" NPT Hembra	½" NPT Hembra

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Rango de presión de entrada	
Minima	40 mbar (0,57 psi)
Máxima	350 mbar (5 psi)
Punto de ajuste:	
Presión de entrada	140 mbar (2Psi)
Presión de salida	19 ± 1 mbar
Caudal	3,1 m³(s)/h G.N / 2,48 m³(s)/h aire
Presión de Bloqueo:	
	< 30 mbar (12" c.a.)
Caudal nominal:	
Pe 40 mbar (0,57 psi)	6,0 m³(s)/h G.N
Pe 140 mbar (2 psi)	4,8 m³(s)/h aire
Caudal referido Máximo:	
Pe 40 mbar (0,57 psi)	6,0 m³(s)/h G.N
Pe 140 mbar (2 psi)	4,8 m³(s)/h aire
Caudal referido Mínimo:	
Pe 40 mbar (0,57 psi)	0,6 m³(s)/h G.N
Pe 140 mbar (2 psi)	0,48 m³(s)/h aire
Válvula de seguridad:	
	10 a 15 mbar (101,6 a 152 mm.c.a.)
Presión de corte a la salida	
Caudal después de realizado el corte:	
	6,4 ± 2,4 l(s)/h (para rearme automático se debe garantizar hermeticidad aguas abajo del regulador)

NOTA: Es importante colocar llave aguas abajo del regulador, cuando el gasodomestico posee piloto. (el piloto es una fuga constante que impide el rearme automático del regulador). Cerrando la llave permite el rearme del regulador, luego abra la llave para iniciar el funcionamiento normal

20/11/2017

DD- F14

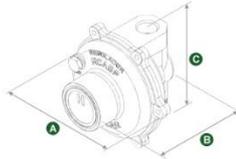
2018-02-16

CONTROL INTERNO: RCABP 19 mbar Colombia

ANEXO 12: Ficha técnica de Regulador de Presión de Segunda Etapa (Continua Anexo 11)



REGULADOR RCABP 19mbar



DIMENSIONES en mm	A	B	C
	122	105	108

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES:

ALUMINIO	NITRILO	LATÓN	POLIACETAL Y/O POLIPROPILENO	FLEJES	ACERO	ALAMBRE DE ACERO ZINCADO E IRISADO
Tapa, base y remaches inyectados en aluminio AISI 12 Cu con pintura electroestática.	Diafragmas, sello de corte, sello lenteja y oring	Limitador venteo con composición química 59,5 % de cobre y 37,5 % de zinc	Tapa exterior, tapa interior roscada, buje, arandela diafragma, eje central, manguera de aforo	Malla filtro en acero inoxidable capacidad de filtrado de partículas de 0,25mm	Arandela estampada es fabricado en acero laminado en frío zincado e irisado y balin	Resortes de tension

UNIDAD DE EMPAQUE

El regulador es empaquetado en caja individual y posteriormente dispuesto en la caja master de 36 unidades en 3 niveles



20/11/2017

DD- F14

CONTROL INTERNO: RCABP 19 mbar Colombia 2018-02-16